

Introducción

Este archivo proporciona información referente al software necesario para hacer uso del material didáctico del curso "Manejo Local de Residuos Sólidos Domiciliarios e Impacto Ambiental".

El material didáctico que usted recibió consta de dos discos compactos uno conteniendo archivos con formato de Microsoft Word (archivos con extensión .doc) los cuales se pueden consultar haciendo uso de prácticamente cualquier procesador de textos reciente, por ejemplo MS Word 97 y 2000, Wordperfect, Star Writer, etc. El otro disco compacto contiene archivos con extensión .qxd que requieren un software especial para ser consultados.

Utilización de los archivos con extensión ".qxd"

Los archivos con extensión .qxd fueron realizados utilizando QuarkXPress y sólo podrán ser consultados utilizando este software. Este disco compacto contiene una versión de demostración de dicho programa, consulte la sección Instalación de QuarkXPress para obtener información acerca de como instalarla. Opcionalmente, se puede descargar (download) la misma versión del sitio de Quark en Internet: <http://www.quark.com>

Advertencia: Debido a que la versión incluida en este disco es solamente con fines de demostración, tiene algunas limitaciones en su funcionamiento:

- Podrá consultar el contenido de todos los módulos del curso pero no le será posible realizar cambios.
- La función de impresión es limitada ya que muestra la leyenda "Quark demo" en todas las páginas impresas.

Si desea información acerca de cómo obtener una versión completamente funcional del software consulte la página web <http://www.quark.com>

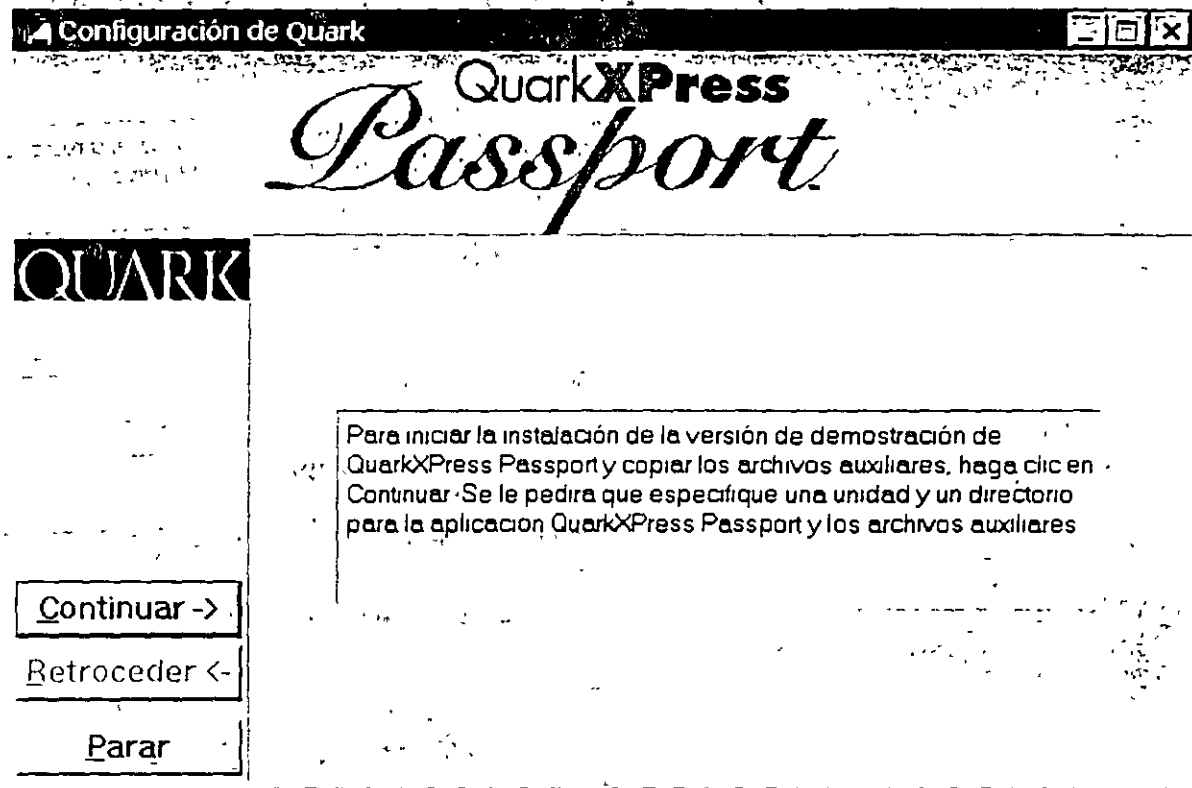
Uso de las fuentes (tipografías) incluidas en el CD-ROM:

Para que el contenido de los archivos con formato .qxd pueda ser mostrado en pantalla de manera correcta se deben instalar en su sistema las fuentes (tipos de letra) utilizadas en los diferentes módulos. Para conocer la manera de instalar dichos tipos de letra consulte la sección Instalación de las fuentes tipográficas.

Instalación de QuarkXPress

Para poder consultar el contenido de los archivos con extensión .qxd es necesario tener instalado QuarkXPress. El proceso de instalación se describe a continuación:

1. Al insertar el CD-ROM se abrirán dos ventanas: la primera contiene el archivo que está leyendo en este momento y la segunda presenta el programa de instalación de QuarkXPress en una pantalla como la siguiente:



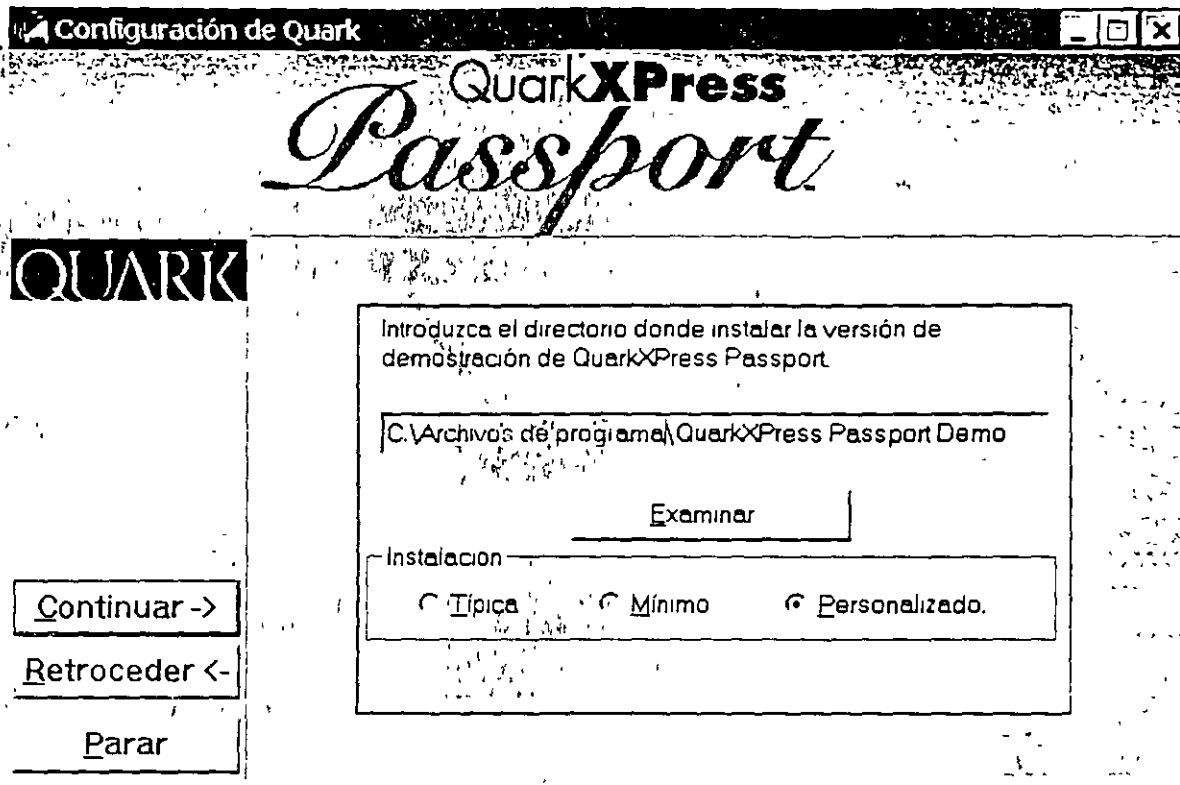
Si desea cancelar la instalación de QuarkXPress presione el botón "Parar".

NOTA: En caso de que el programa de instalación no se inicie de manera automática al insertar el CD, se puede iniciar la instalación manualmente. Abra el menú "Inicio", seleccione "Ejecutar" y teclee

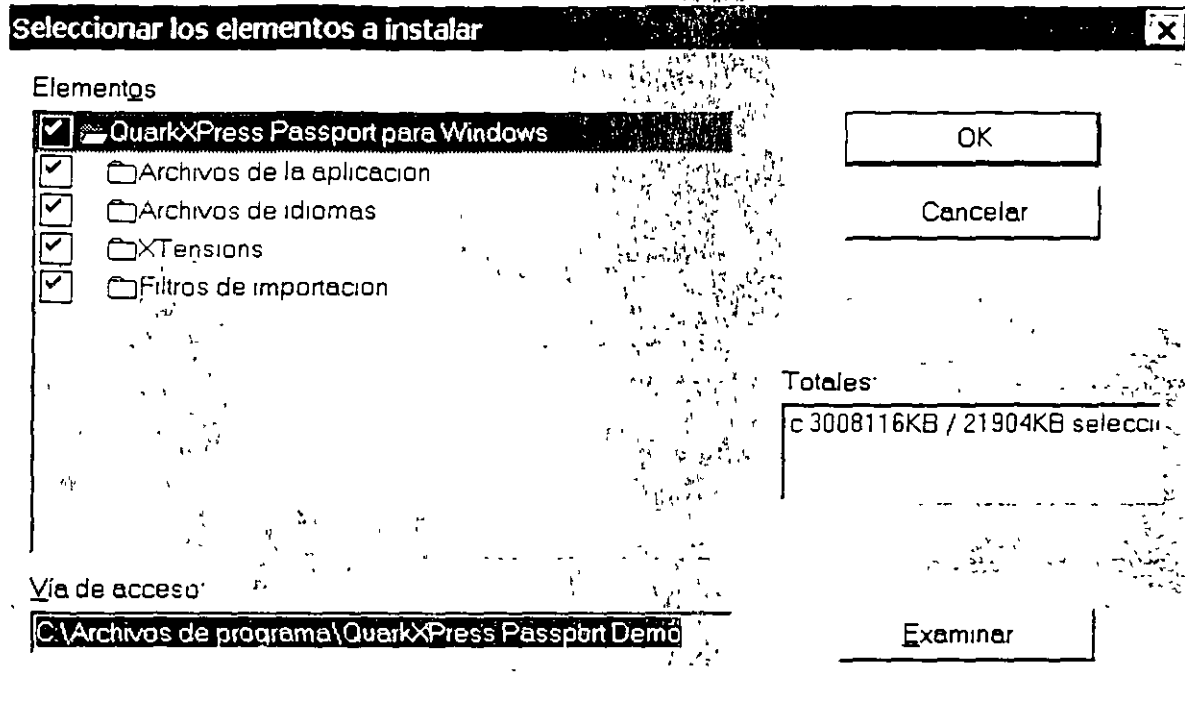
x:\Quark_Demo\Install.-PP\setup.exe

donde x es la letra de la unidad donde se insertó el CD del curso.

2. Presione el botón "Continuar", se le presentará la siguiente pantalla:

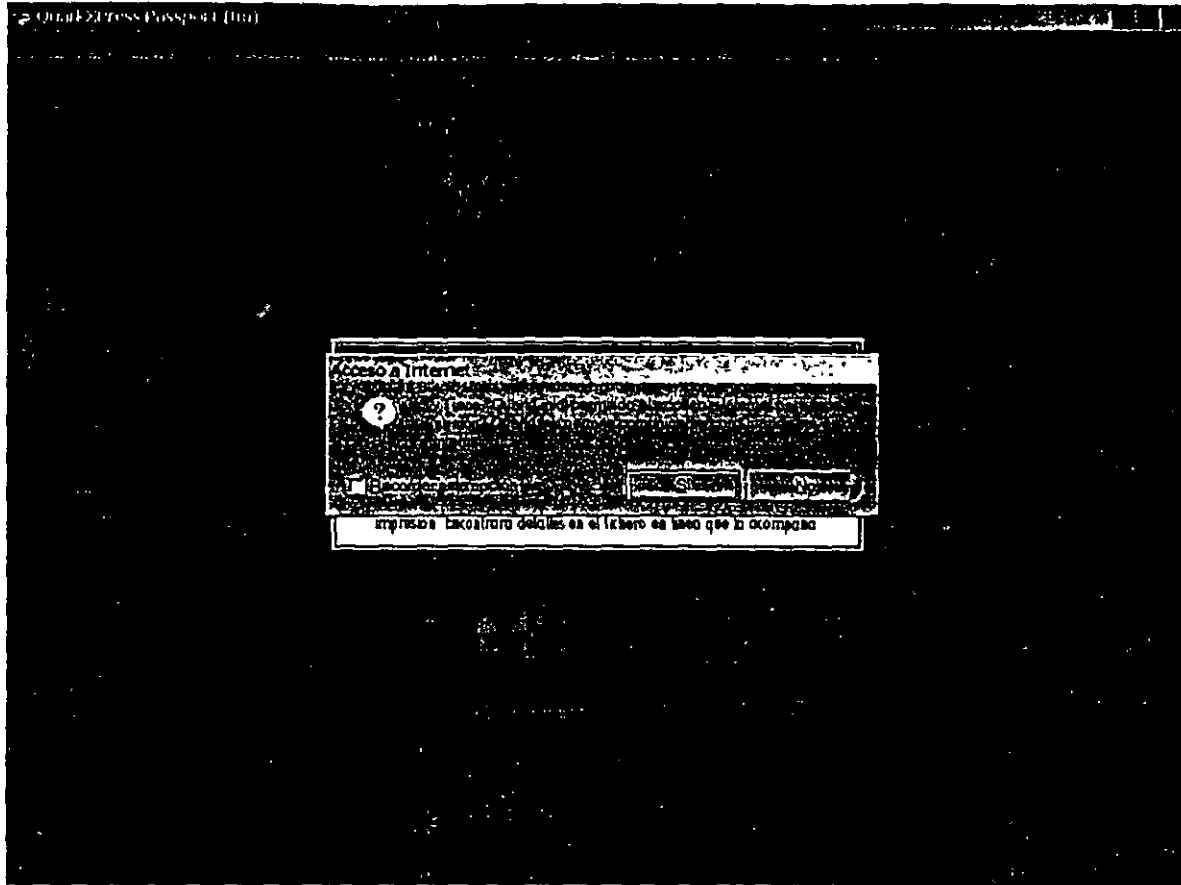


3. Elija la instalación personalizada para asegurar que todos los componentes necesarios sean instalados, después de hacer clic sobre la opción "Personalizado...", presione el botón "Continuar".
4. En la ventana que se abre a continuación, seleccione todos los componentes y presione el botón "OK", tras lo cual regresará a la pantalla anterior.



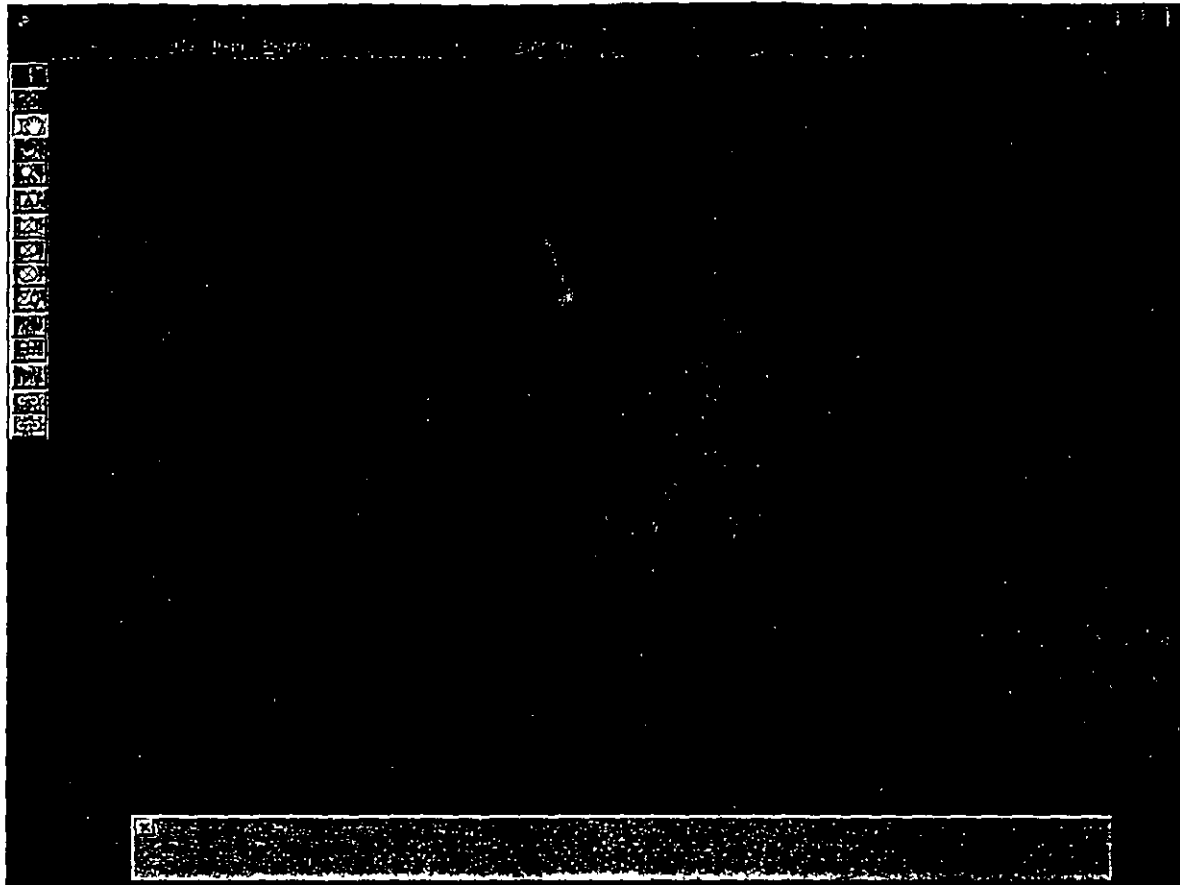
5. Presione "Continuar" y se iniciará el copiado de los archivos necesarios al disco duro.
- 6 Si así se le solicita, reinicie la computadora.

Una vez terminada la instalación se habrá creado en su menú Inicio un grupo de programas llamado "Demo QuarkXPress Passport" desde el cual se tiene acceso a QuarkXPress. La primera vez que haga clic sobre este acceso directo se le mostrará la siguiente pantalla:



La finalidad de esta ventana es solicitar su autorización para enviar información de tipo estadístico vía Internet a los desarrolladores del software, si usted esta de acuerdo en enviar dicha información haga clic en el botón "Sí" de lo contrario presione el botón "No". Para evitar que se le vuelva a realizar esta pregunta haga clic sobre la casilla de selección "Recordar esta opción". El funcionamiento del software no se ve afectado de ningún modo por responder afirmativa o negativamente a esta solicitud.

Una vez aceptada o rechazada la solicitud anterior se presenta la interfase de usuario de QuarkXPress:



Uso de QuarkXPress para la consulta del material didáctico

Para abrir cualquiera de los módulos del curso bastará con hacer doble click sobre el nombre del archivo en la ventana del explorador de Windows; sin embargo, aquí se dará una explicación de cómo abrir uno de los módulos desde QuarkXPress.

La interfase, hasta este momento consta de tres partes:

- La barra de menús



- La caja de herramientas:

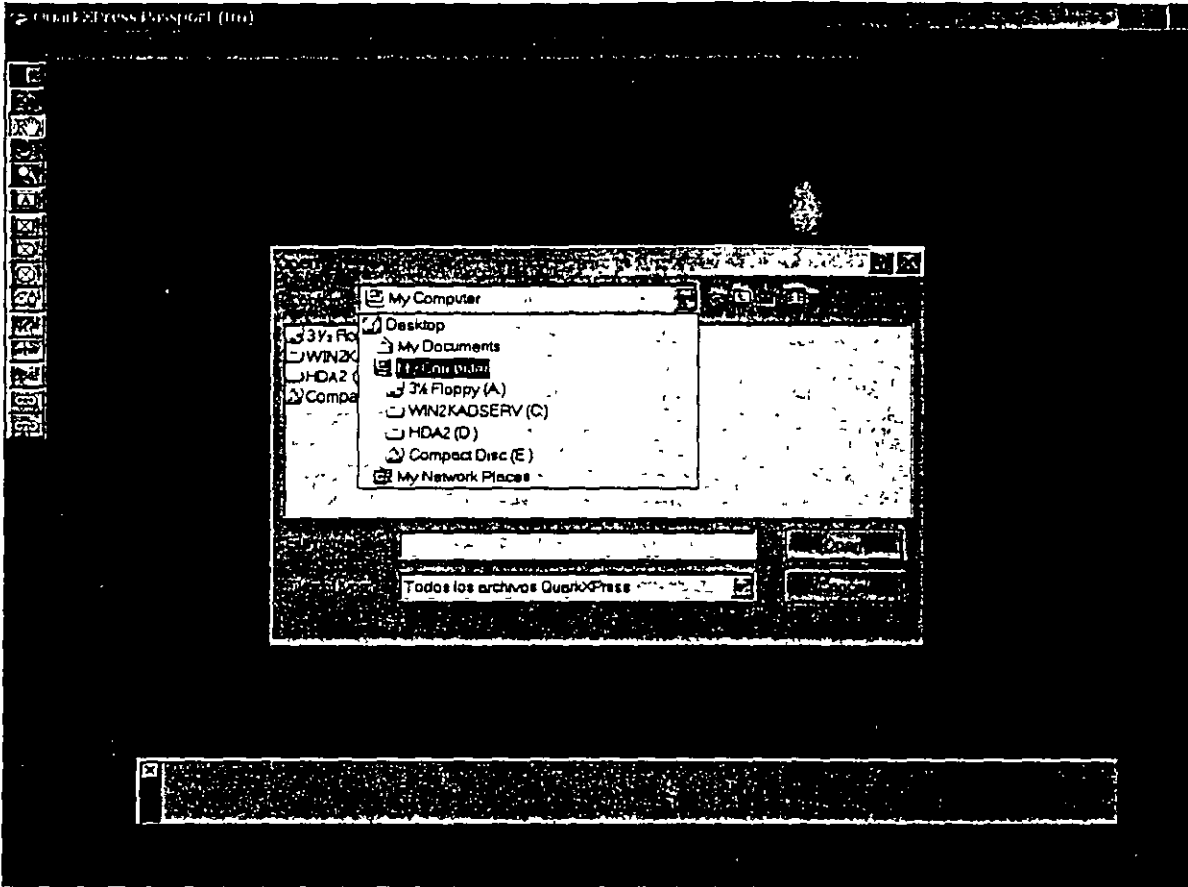


- La paleta:

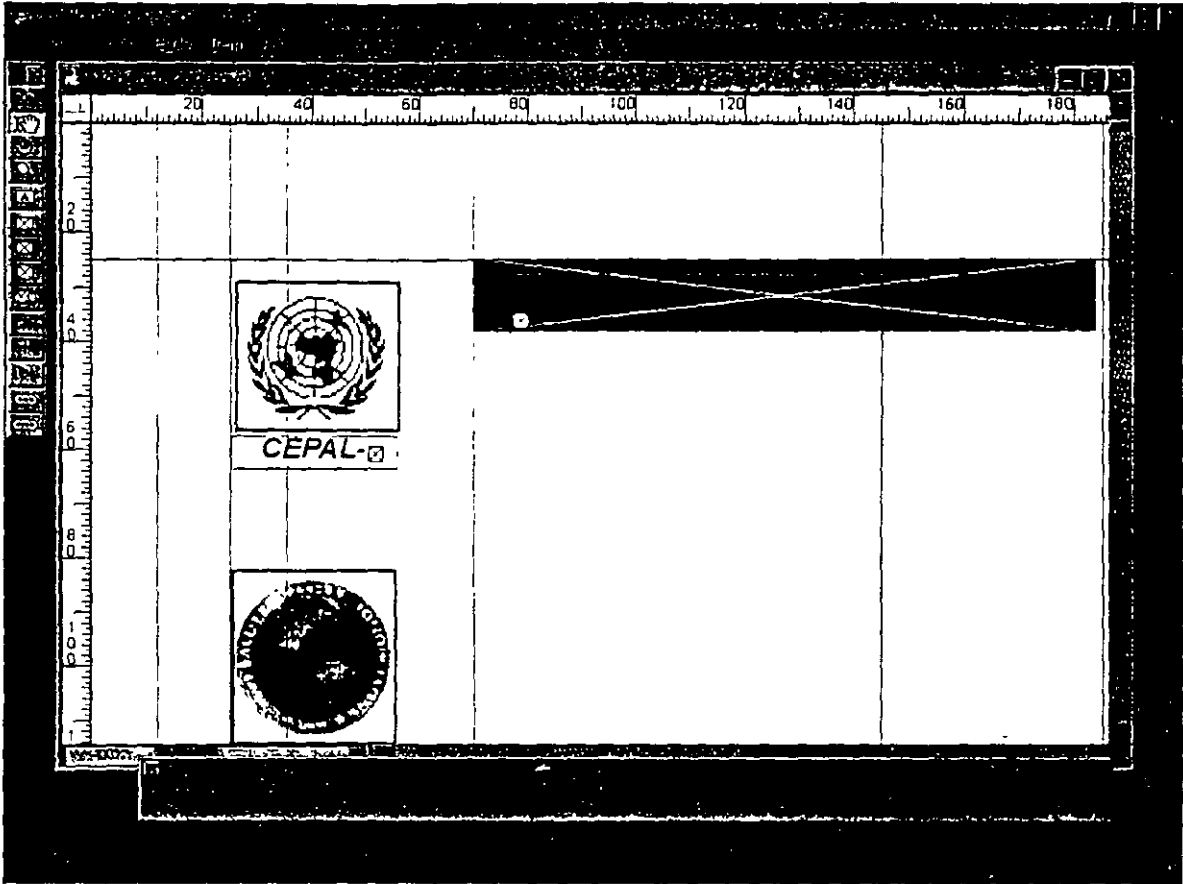


Para abrir algún módulo debe seguir el siguiente procedimiento:

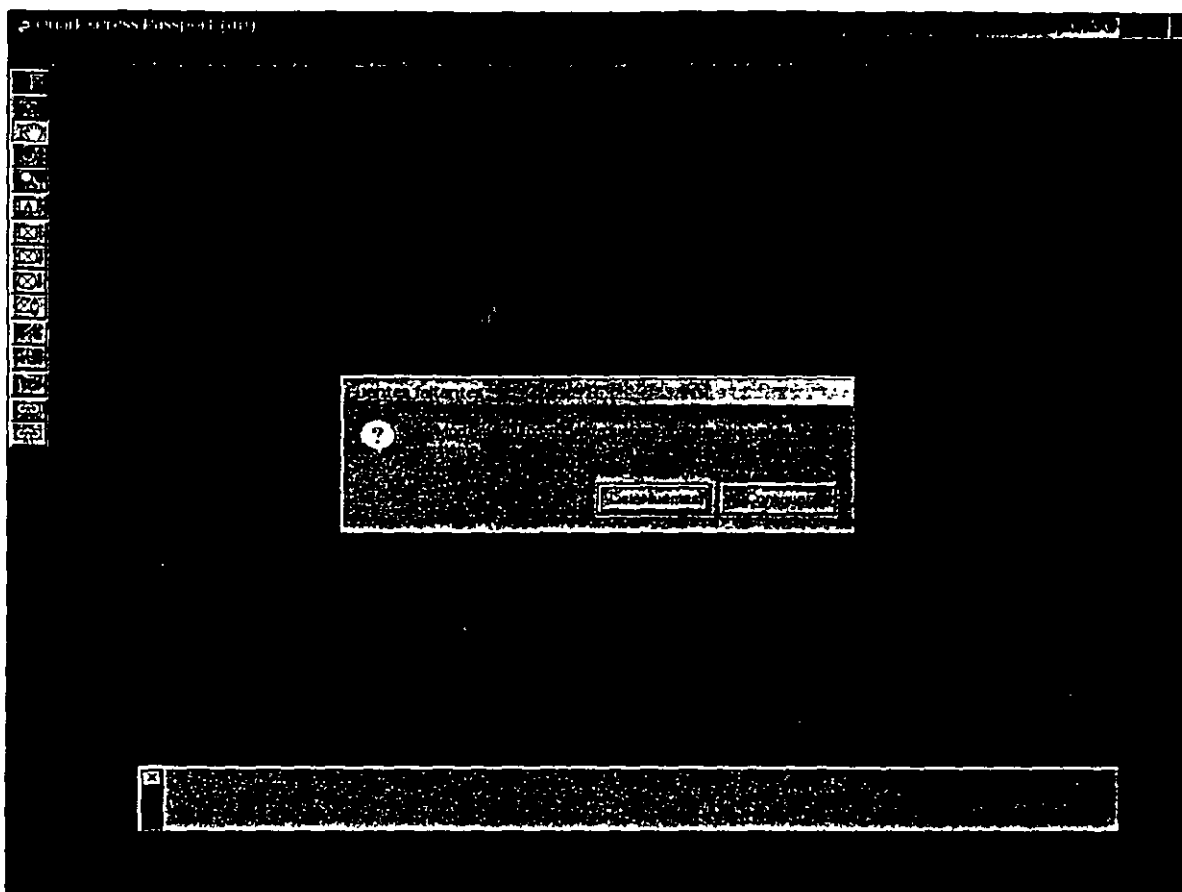
- Haga click en el menú archivo y seleccione abrir, se le mostrará un cuadro de dialogo en el que podrá seleccionar el archivo deseado:



Seleccione La unidad de CD-ROM, el directorio y el archivo del módulo que desea consultar y presione el botón "Abrir " u "Open", en la pantalla se mostrará el contenido del módulo seleccionado.



Nota: Si se le muestra una pantalla como la siguiente:

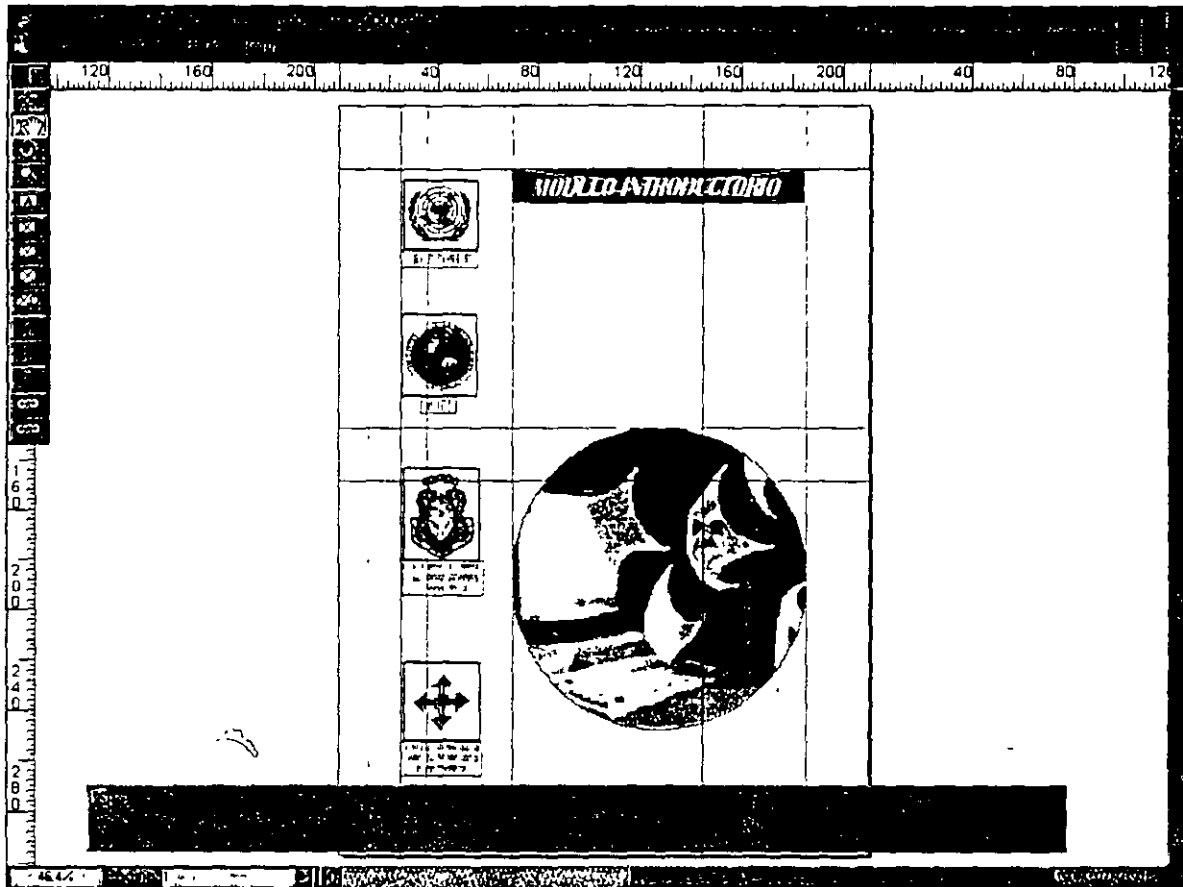


significa que el sistema no tiene instaladas las fuentes (tipos de letra) necesarias para mostrar la información correctamente, consulte la sección Instalación de las fuentes tipográficas para obtener información acerca de éste problema.

En algunos casos no se podrá observar el contenido de la página completa en la pantalla al momento de abrir el archivo. Para ampliar el tamaño de la ventana del documento haga click en el botón de maximización en la esquina superior derecha de la ventana que contiene el documento:



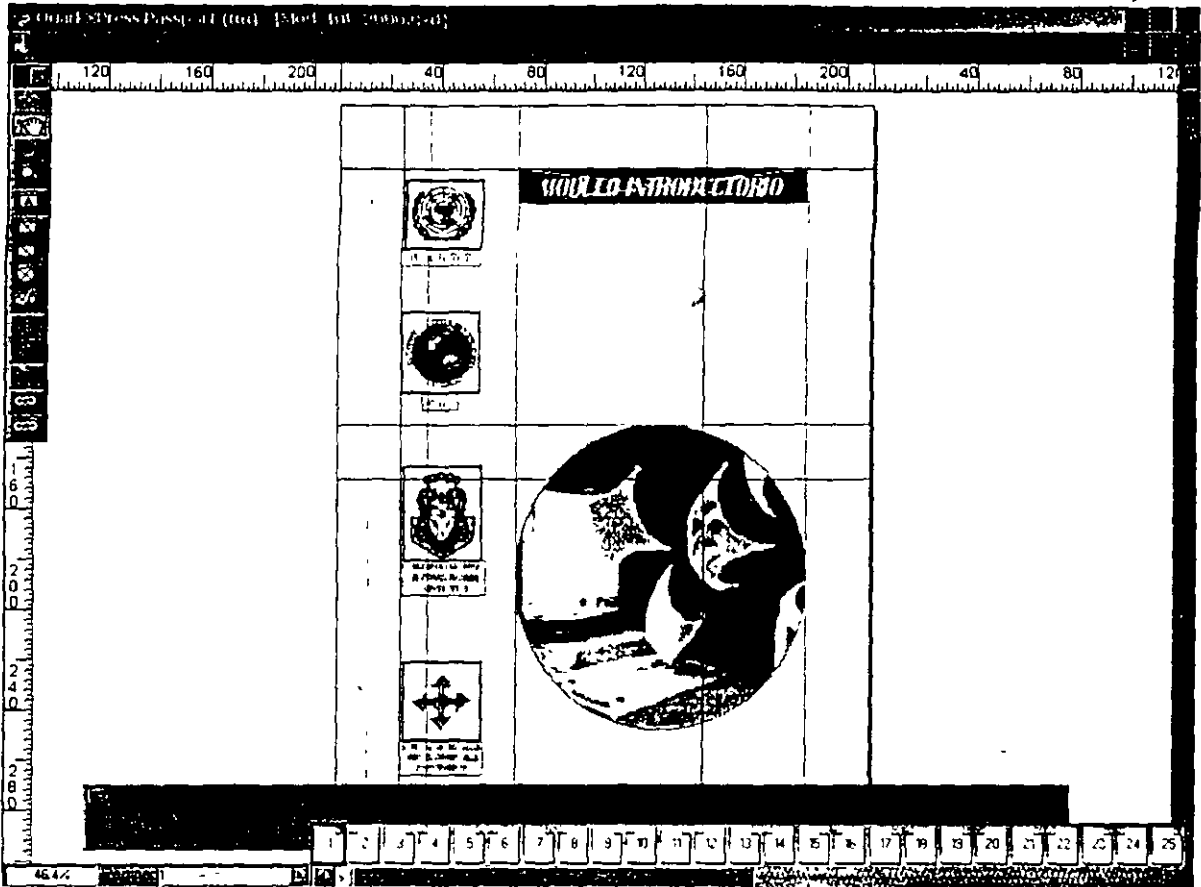
De esta manera se consigue una ampliación del área de trabajo. Si aún así no puede ver toda la página, haga click sobre el menú "Visualización" y seleccione "Encajar en página" de esta manera se puede ver el contenido de toda la página en la pantalla:



Una vez abierto el documento se muestran nuevos elementos dentro de la interfase de QuarkXPress entre ellos la barra de visualización, que se encuentra en la parte inferior izquierda de la pantalla y que indica la escala en la que se está observando el documento y la posición actual dentro del documento:



Cuando se hace click sobre la flecha de la barra de posición, se muestra una serie de iconos que representan cada una de las páginas que forman parte del documento actual:



Desplazando la barra de desplazamiento horizontal



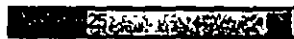
podrá desplazarse a través de todas las páginas del documento.

Para trasladarse a una página determinada tiene dos posibilidades:

1. Haga click sobre el icono que la representa, en la pantalla se mostrará la página seleccionada.

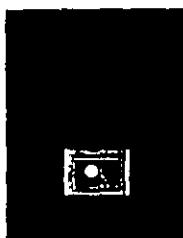


2. Dentro del cuadro de texto de la barra de visualización, escriba el número de la página a la que desea trasladarse y presione "Enter".



Cuando algunas partes del texto no sean legibles debido al tamaño de la letra, utilice la herramienta "Zoom" para ampliar el tamaño del texto.

En la Caja de herramientas localice la herramienta "zoom " y haga click sobre ella.



Una vez seleccionada la herramienta el puntero del mouse cambiará de forma y se presentará como una lupa con un signo de suma en su interior, cada vez que se haga click sobre el documento, la zona donde se encuentra el puntero se ampliará.

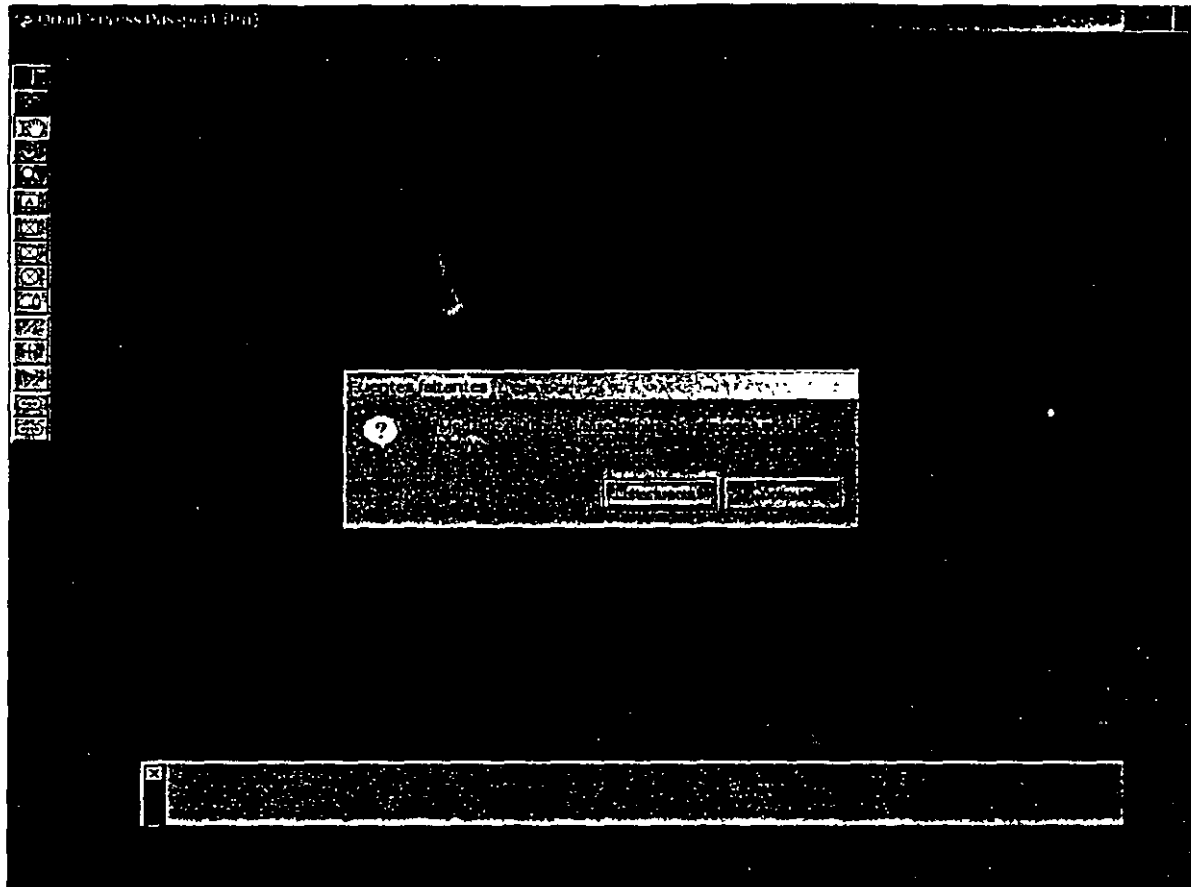
Si quiere ampliar el tamaño de una zona mas especifica presione el botón izquierdo del mouse y, sin soltarlo, mueva el mouse hasta definir un área rectangular, cuando haya definido dicha área suelte el botón, el área dentro del rectángulo pasará a ocupar toda la ventana de QuarkXPress.

Hasta aquí se a explicado el uso básico de QuarkXPress para consultar el contenido del curso para ampliar la información acerca del uso de este software consulte la ayuda del mismo haciendo click sobre el menú "Ayuda" y seleccionando "Temas de ayuda".

Instalación de las fuentes tipográficas

Para que QuarkXPress pueda desplegar correctamente el contenido del curso, es necesario tener instaladas las fuentes tipográficas contenidas en el CD-ROM del curso.

En caso de no tener instaladas las fuentes necesarias, al tratar de abrir algún archivo que contenga tipos de letra no instalados en el sistema se le mostrará el siguiente cuadro de diálogo:

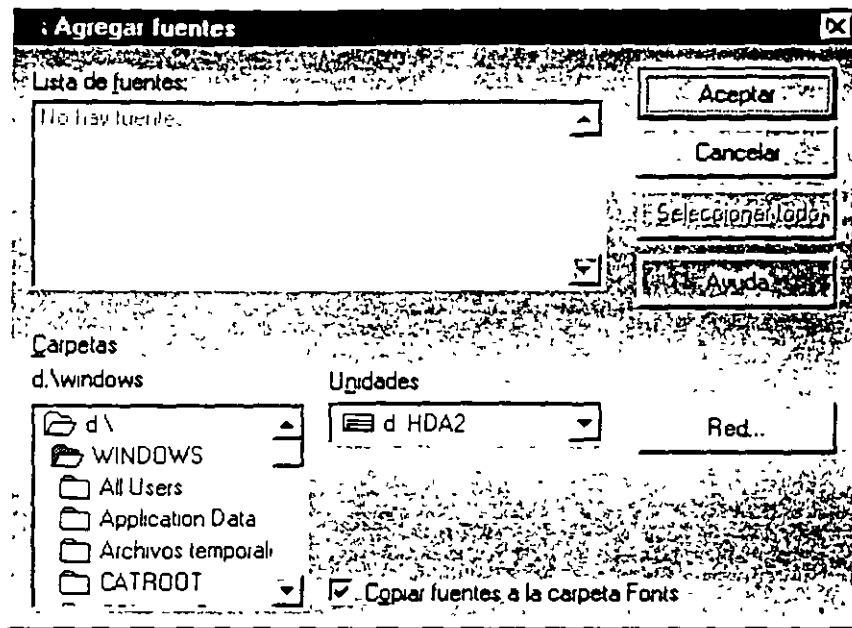


Aunque QuarkXPress puede desplegar el contenido del curso, éste no se mostrará de forma correcta, por ésta razón debe instalar las fuentes como se muestra a continuación.

1. Presione el botón "Listar fuentes" para que QuarkXPress le muestre cuales son las fuentes faltantes.
2. Abra una ventana del Explorador de Windows y abra una de las siguientes carpetas:
 - a) El directorio "x:\windows\fonts" si tiene instalado Windows 95 o 98
 - b) El directorio "x:\winnt\fonts" en caso de tener instalado Windows 2000 o NT

En ambos casos x representa la letra de la unidad donde está instalado el sistema operativo.

3. Haga click sobre el menú archivo y seleccione "Instalar nueva fuente". Se abrirá el cuadro de diálogo de instalación de fuentes:



4. Seleccione la unidad de disco y el subdirectorio donde se encuentre el módulo que quiere consultar una vez dentro de ésta carpeta haga doble click sobre la carpeta llamada "Tipografías", el sistema buscará los archivos de fuentes presentes en la carpeta, una vez que se muestren todas las fuentes (el botón "Seleccionar todo" estará habilitado), seleccione las fuentes que fueron indicadas por QuarkXPress en el paso 1 y presione el botón "Aceptar". El sistema comenzará a instalar las fuentes.

NOTA: En caso de que alguna de las fuentes ya se encuentre instalada, el instalador le presentara un cuadro de diálogo indicándole que esa fuente en particular ya está instalada, presione el botón "Aceptar" para omitir la instalación de esa fuente en particular y permita que el programa de instalación termine de instalar las fuentes restantes.

5. Cuando el programa de instalación haya terminado de instalar las fuentes, presione el botón "Aceptar" del instalador de fuentes para terminar el procedimiento.

Ahora QuarkXPress ya podrá mostrar el contenido del curso correctamente.



INSTITUCIONES RESPONSABLES



CEPAL-LPES

*Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación
Económica y Social (ILPES)*

Coordinación: Edgar Ortegón



OPS

*Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)*

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



U.N.C.-F.C.E.

*Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)*

Coordinación: Dalmira Pensa



MODULO INTRODUCTORIO



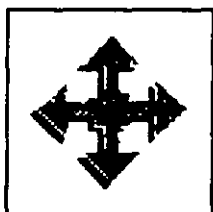
CEPAL-LPES



OPS



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CORDOBA



DEPARTAMENTO
EDUCACION A
DISTANCIA



DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES PARA LA MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección:

Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General :

Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:

Adela Coria

Marcela Sosa

Arte y Diagramación:

Santiago Druetta

Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:

Gabriela Sabulsky

María Helena Saddi

Paola Roldán

Nancy Castellano

Joel Armando

Daniela Reynoso

Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILPES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)

María Angelica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***





Indice

	Pag
Presentacion	9
Objetivos	11
Programa del curso	12
Enfoque	14
Metodología de trabajo: La modalidad a Distancia	17
Materiales de estudio	21
Actividades de aprendizaje	29
Interacciones entre docentes y participantes	32
Acreditación	39
Evaluación	40
Plan de trabajo	41
Anexo 1	42
Anexo 2	46



AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Ilpes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero



Presentación

poblaciones pequeñas o de tamaño intermedio. Es por ello que el curso toma como eje la perspectiva de lo local-municipal promoviendo el análisis de la problemática en este tipo de ciudades, con el horizonte del mejoramiento de la calidad de vida.

Esta perspectiva posibilita a la vez pensar un problema general tomando en cuenta las maneras particulares en que se expresa en cada geografía social, económica, política y cultural.

El curso se inscribe en un proyecto compartido por universidades de diversos países y por organismos internacionales en el marco de **LA RED LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE PARA LA CAPACITACION Y LA COOPERACIÓN TÉCNICA MEDIANTE LA EDUCACION A DISTANCIA** apuntando a reconocer la diversidad, la heterogeneidad de cada situación singular y las diversas opciones de solución ajustadas a esas realidades.

Para esta red, que progresivamente consolida y amplía sus integrantes y lazos, es una razón de interés capacitar a funcionarios públicos y privados del nivel central, regional y local en las tareas relacionadas con la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

Destinatarios

* Profesionales y/o funcionarios con experiencia en administración pública municipal y en gestión de residuos sólidos urbanos.

* Profesionales y/o funcionarios con experiencia en administración pública municipal y en evaluación de proyectos locales.

* Miembros de universidades, organismos de planificación nacional, regional, o local.

* Funcionarios de municipalidades, centros de investigación, firmas consultoras, empresas de aseo, cámaras de comercio, asociaciones y corporaciones de desarrollo.

* Expertos de organismos no gubernamentales y dependencias sectoriales vinculadas al saneamiento básico y al medio ambiente.



Presentación

Atraves de esta breve presentacion, abrimos un proceso de intercambio que aspiramos sea permanente, entre organizadores, docentes y todos los que hayan decidido iniciar el camino propuesto para este curso

Dialogar a distancia, sabemos, supone el desafío de aprender formas de relacion con las que no todos estamos familiarizados, y sera para docentes, organizadores y participantes, un objetivo primordial al tiempo que la condicion que hara posible concluir satisfactoriamente este emprendimiento

Con el Modulo Introdutorio pretendemos alcanzar los objetivos de informar y orientar al participante sobre el alcance y las características del curso, sobre:

- * sus componentes organizativos basicos,
- * sus materiales de estudio y
- * las variadas acciones individuales o grupales que se proponen para encarar un proceso de estudio sistematico.

Asi como invitacion a la mas activa participacion posible, sirva esta apertura de bienvenida a un espacio de relaciones que crece en la distancia

Razones de este curso

En el marco de la sustentabilidad ambiental y de los procesos de urbanizacion, privatizacion y descentralizacion, la gestion integral de los residuos solidos urbanos constituye hoy una preocupacion de singular importancia por sus impactos directos e indirectos, algunos de ellos irreversibles y permanentes, tanto sobre el medio ambiente (aire, agua, tierra, paisaje) como sobre la salud de la poblacion

Desde diversos angulos la gestion de los residuos solidos urbanos tiene una nueva connotacion, por tratarse de una actividad que produce impactos negativos en ambientes fisicos y sociales y donde la complementariedad entre mercado e intervencion estatal puede lograr soluciones eficientes y equitativas

Un problema central en America Latina y el Caribe es la elevada generacion de residuos, la ausencia de mecanismos que posibiliten su reciclaje y las formas de disposicion final o basureros sin el tratamiento adecuado, situacion que se agudiza en





Programa del Curso

Módulo1 Recoleccion y transporte

Módulo 2 Reciclaje, tratamiento e incineración

Módulo 3 Gestión del relleno sanitario

Modulo 4 Evaluacion del impacto ambiental

Modulo 5 Gestión de Residuos Sólidos Urbanos





Objetivos

En términos generales, a través de esta propuesta de trabajo se aspira a promover la comprensión del problema de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, buscando alternativas de solución dentro de las opciones que el medio local permita

Con una metodología activa y articulando equilibradamente aspectos teóricos y prácticos, el curso se propone los siguientes objetivos específicos

- * Fortalecer la capacidad institucional y humana para mejorar los procesos de identificación, evaluación y gestión de diversas alternativas para la Gestión Integral de residuos sólidos urbanos en los ámbitos local y regional teniendo en cuenta el impacto ambiental

- * Promover la participación sistemática del conjunto de actores involucrados en la problemática de la gestión integral de residuos sólidos urbanos, desde una perspectiva de mejoramiento de la calidad de las redes sociales y de vida

- * Apropiarse de herramientas conceptuales, métodos, normas y procedimientos apropiados para abordar problemas de gestión integral de residuos sólidos urbanos, que reconozcan las particularidades locales a la vez que los acuerdos internacionales, en relación con una problemática común.

- * Elaborar un proyecto de gestión integral de residuos sólidos urbanos teniendo en cuenta las realidades específicas en las que se actúa.

- * Aprovechar la disponibilidad de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, apuntando a un trabajo colaborativo, interpersonal e interinstitucional, en un escenario de intercambio de opiniones, experiencias y conocimientos sobre la temática objeto del curso





Un enfoque integral para abordar el programa de contenidos: La Agenda 21 y el Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Latinoamérica y El Caribe.

Sabemos que el programa expuesto precedentemente, del mismo modo que el esquema de contenidos propuesto, puede ser abordado desde distintos enfoques. Una perspectiva es la que conduce a mirar el problema del manejo de los residuos sólidos urbanos enfatizando casi con exclusividad, en cuestiones relativas a su disposición final. Otra, la que pretendemos adoptar en este curso, pone el acento en una visión integral del problema, aunque no excluye los problemas y tareas derivadas de la disposición final en vertedero. Creemos que se justifica en actuales desarrollos científicos y técnicos y en políticas globales actualizadas en materia de medio ambiente y acciones destinadas a promover un mejoramiento de la calidad de vida, con una perspectiva de equidad pensando en los países latinoamericanos y del Caribe y su particular posición en el contexto mundial.

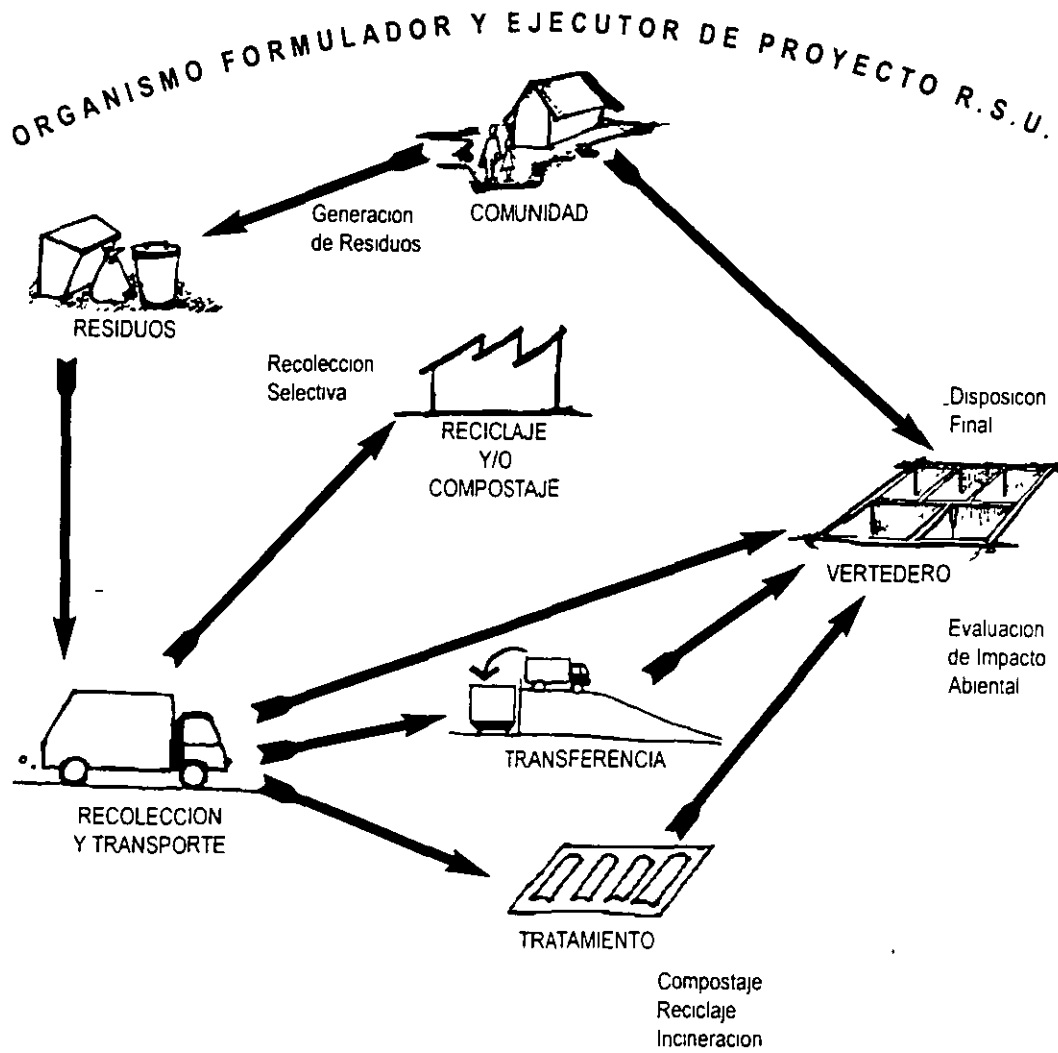
La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), celebrada en Río de Janeiro en 1992 (Conocida como Cumbre de Río), brindó una oportunidad única a la humanidad para colocar a nuestro planeta en el camino hacia un futuro más seguro y sostenible. Entre los principales acuerdos logrados por la comunidad mundial está la denominada Agenda 21 que consiste en un plan detallado e integral para realizar acciones globales que permitan la transición hacia un desarrollo ambientalmente sostenible.

La Agenda 21 tiene cuarenta capítulos cada uno de los cuales propone un conjunto de acciones que deben ser llevadas a cabo por las naciones y las comunidades en cada una de las áreas ambientales afectadas por el desarrollo. Los capítulos 20 y 21 se refieren al manejo ambientalmente adecuado de residuos sólidos industriales y municipales, respectivamente. En el capítulo 21 se refiere a los residuos domésticos y a otros residuos no peligrosos, tales como los comerciales, institucionales, de barrido y limpieza de calles y escombros de la construcción. La intención principal es tratar el manejo de estos residuos no solo en sus aspectos de recolección y disposición final sino bajo un



Esquema de contenidos

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS



Enfoque

En consecuencia, la combinacion y entasis de cada una de las cuatro areas del programa variara segun las condiciones locales socioeconomicas y fisicas y las tasas de generacion y composicion de residuos



concepto de manejo integral que contempla el ciclo de vida de la producción y el consumo de bienes y servicios

El enfoque integral mencionado, consiste en diseñar programas de manejo de residuos sólidos que contemplen la jerarquización de objetivos de cuatro áreas de acción consideradas en el programa

- * Promoción del tratamiento y disposición final
- * Expansión de la cobertura de recolección
- * Minimización de la generación de residuos
- * Maximización del reuso y el reciclaje ambientalmente adecuado

La figura que incluimos a continuación es una representación gráfica de las cuatro áreas del programa del capítulo 21. Es conveniente destacar que, para los países en desarrollo, las áreas de recolección y disposición son muy importantes pues aun no se ha logrado una cobertura universal y además son las dos áreas que tienen influencia directa sobre la salud pública y la contaminación ambiental

Los países desarrollados, en cambio tienen una cobertura casi universal por lo que solo deben concentrarse en mantener la cobertura y mejorar la calidad. Estos países lógicamente ponen mucho más empeño en los programas de minimización y reciclaje. Los países en desarrollo recién comienzan a experimentar algunas actividades, generalmente a nivel local y sólo en unas pocas ciudades o a menudo únicamente en sectores de las ciudades.

Las dos últimas áreas se relacionan más con la conservación de los recursos naturales y energía. Por ello en algunos países han surgido grupos de personas que exigen que se ponga mayor atención a estos puntos, a veces pidiendo que se adopten programas y metas parecidos a los de los países desarrollados sin tomar en cuenta que aun tenemos problemas de cobertura de los servicios básicos de recolección y disposición final

Indudablemente un proyecto integral de manejo de residuos debe contener las cuatro áreas de acción, pero en nuestros países se debe hacer un balance más cuidadoso sobre las partes a las que se dedicarán los escasos recursos municipales, ya que los cuatro tipos de programas tienen un costo asociado. Es decir que en contra de la creencia popular, el reciclaje de residuos urbanos tiene un costo y muy raramente tiene utilidades



Metodología

* También cambia el uso del tiempo. Muchas de las experiencias de respuesta inmediata, a la pregunta, a los gestos que observamos en la interacción directa, pasan a ser diferidas. En la modalidad a distancia se producen del mismo modo preguntas y respuestas inmediatas, como es el caso de un asesoramiento telefónico o de las posibilidades que brinda el acceso a internet. Pero no es lo más frecuente, sea por el costo en el primer caso, o por la organización necesaria en el segundo. Lo más típico es el uso del correo electrónico, el fax, el correo común, que siempre implican, hasta cierto punto, una respuesta demorada.

Ahora si pensamos particularmente en lo que significa aprender a distancia, es probable que quienes participen de esta experiencia tengan de inmediato una imagen de soledad en los caminos que se siguen para incorporar activamente conocimientos. Y esa imagen es hasta cierto punto real, pero de la misma manera que es real que se está solo aun aprendiendo en situaciones de presencialidad. Veamos por qué.

* Aprender es un proceso que involucra múltiples movimientos intelectuales y afectivos de quien aprende, y si no existe esa actividad, que es fundamentalmente personal, difícilmente se logren aprendizajes duraderos.

* La presencia -cara a cara- de un docente nada garantiza en términos de aprendizaje cuando solo ejecuta el acto de transmitir conocimientos sin promover su comprensión genuina, sin promover la actividad del estudiante. En todo caso lo que garantiza -y bajo ciertas condiciones- es ejercer alguna cuota de control de lo que ocurre en un aula.

* Con la modalidad a distancia, ese control inmediato desaparece, aunque no desaparece la presencia del docente a través de propuestas y pautas de trabajo, orientaciones sistemáticas, sugerencias, evaluaciones periódicas con correcciones y devoluciones para reorientar el aprendizaje, en fin, muy diversas alternativas de actuación. Aquí lo importante entonces, es reconocer que será necesario aprender a aprender sin que se verifique la constante del control a la que estamos acostumbrados, y aprender a ser activos en la producción del conocimiento como la condición necesaria para que se logren buenos resultados, es decir, comprender y utilizar conceptos, identificar y analizar problemas, comparar entre alternativas, elaborar proyectos, etc.





Metodología de trabajo: La Modalidad a Distancia

Qué significa enseñar y aprender a distancia

Iniciamos nuestro dialogo con la idea que muy probablemente, no sea familiar para todos los involucrados en este curso lo que significa, el alcance, las ventajas y dificultades, los pormenores, el cotidiano de lo que denominamos un desafío enseñar y aprender a distancia. A pesar que esta modalidad ya es en cierto sentido "vieja", no es por todos conocida, ni mucho menos experimentada.

La imagen mas tipica que tenemos cuando pensamos en una situacion de enseñar y aprender, es la interaccion presencial, denominada a menudo cara a cara, de docentes y estudiantes en relacion con algun conocimiento que es de valor compartir.

La enseñanza y el aprendizaje en la modalidad a distancia implican necesariamente personas en interaccion en torno de conocimientos, pero la forma de esos intercambios se modifica sustancialmente en dos aspectos de importancia: el espacio y el tiempo.

Reflexionemos sobre estas cuestiones, situados en el polo de la enseñanza:

* Las interacciones se diversifican, siendo las predominantes aquellas que se concretan a traves de multiples mediadores (textos impresos o informatizados, modulos y guias de trabajo, formas interactivas tambien informatizadas, medios audio-visuales, experiencias satelitales, ademas de algunos encuentros cara a cara, no siempre factibles debido a la distancia geografica)

* Asi, el espacio deja de ser el aula en sentido clasico -en realidad, el lugar en que en general nos hemos formado- y puede llegar a ser hasta un espacio-aula virtual, cuando se trata de interacciones informatizadas, ambitos colectivos de encuentros satelitales, etc.



Metodología

Materiales de estudio -modulos con conceptos y actividades de aprendizaje, material teorico de profundizacion, acceso a red de informacion Repidisca-, diversas formas de interaccion docentes-participantes -correo electronico, fax, uso de internet- guia para la elaboracion de un proyecto, un proceso de seguimiento de los aprendizaies y evaluacion

En los puntos siguientes, realizamos una explicacion pormenorizada de cada uno de estos componentes de la propuesta

Por qué la modalidad a distancia en este curso

Enseñar y aprender a distancia en el marco de una red internacional constituye una posibilidad para aproximarnos a los espacios alejados de los centros urbanos mas favorecidos, proposito de vital importancia en relacion con la tematica del curso.

La modalidad a distancia, a la vez que permite reconocer la diversidad regional, tiene la particularidad de respetar los procesos y formas de aprender individuales como base para el conocimiento compartido, siempre contemplando en la propuesta de trabajo la necesaria adecuacion de los esfuerzos personales a las demandas que seguramente afrontan los participantes en relacion con sus contextos de insercion laboral.

Partimos de la base que la mayoría de quienes se involucran en esta experiencia, tienen compromisos profesionales, de gestion, etc. que muy probablemente sean las exigencias principales a atender en su vida cotidiana. Será necesario en ese marco, darle un lugar al tiempo de lectura, de discusion con colegas, de busqueda de informacion, de elaboracion de nuevas ideas, lugar que seguramente redundara en un mejoramiento de las propias demandas del trabajo profesional o de gestion.

El curso se basa en una metodologia activa y participativa orientada a "aprender haciendo" a traves del aprendizaje gradual de conceptos, tecnicas y procedimientos y su simultanea aplicacion en la elaboracion de un proyecto especifico.

Privilegia el entorno local por encima del metropolitano por cuanto en las grandes ciudades existe una mayor capacidad institucional y tecnica para resolver este tipo de problemas. Sin embargo, el contenido tambien facilita a los conocedores del tema abordar mejor el fenomeno en los grandes conglomerados urbanos.

Para uno y otro caso, es indudable que por las características aludidas de insercion laboral y por la distancia geografica de esos entornos locales, se hace imprescindible apelar a los mejores recursos que nos brinda la modalidad a distancia, adaptados a este caso particular.

Varias son las alternativas dentro de la modalidad a distancia que hemos incorporado para la concrecion de este curso:



Materiales

¿Qué son los módulos?

Constituyen el componente básico de la propuesta de trabajo, dado que incluyen un desarrollo sistemático de los diversos temas y problemas de interés. Los módulos son la resultante de un trabajo interdisciplinario -especialistas en el contenido y en cuestiones relativas a la enseñanza y el aprendizaje y la comunicación. El esfuerzo ha consistido en diseñarlos específicamente para el estudio dentro de una propuesta a distancia.

¿Qué sería lo particular de los módulos que los hace diferentes de los textos no elaborados con el propósito de trabajar a distancia?

Lo que otorga a los Módulos el valor de orientadores y facilitadores del aprendizaje es la combinación de la estructura de uno -los conocimientos organizados lógicamente pensando todo el tiempo en cómo aprende quien se encuentra con ellos- con las estrategias de trabajo que allí se proponen.

Así, junto al tratamiento de los temas en los niveles de conceptos o procedimientos, se incluyen **actividades de aprendizaje** que son las que canalizan el objetivo de "aprender haciendo". La invitación inicial a participar activamente se concreta particularmente a través de estas actividades.

Cierto es que los participantes pueden ya conocer temáticas incluidas en los módulos, en cuyo caso la invitación es a comparar enfoques, a sacar conclusiones, a ampliar sistemáticamente la información con otros materiales o a través del intercambio con colegas o docentes del curso.

Pero vayamos por partes. Veamos cómo se presenta en concreto la estructura y estrategia de trabajo en estos materiales.





Materiales

Vamos a precisar en este apartado las características principales de los materiales que cada participante recibirá, con los contenidos del curso de modo integrado

Ellos son básicamente:

- * Cinco Módulos de estudio
- * Un documento de apoyo, con materiales de profundización de los temas presentados en los Módulos y para la realización del proyecto
- * El diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe proporcionado por BID/OPS en disquette
- * El acceso a Red Panamericana de Información: **REPIDISCA**

La experiencia en el desarrollo del curso nos indica que muchos de los mejores aprendizajes logrados en relación con el tema se deben a un intenso trabajo del participante con el conjunto de los materiales, no con ellos tomados aisladamente. Ese intenso trabajo, por supuesto, se complementa con una activa y permanente recuperación de la experiencia personal e institucional en los temas que se tratan. Creemos que ese es un buen camino que convocamos ahora a transitar.



Materiales

Varias son las pistas en el texto que tienen, a nuestro entender, valor pedagógico

- * Los títulos y sub-títulos muestran la jerarquía de los temas tratados, su estructura lógica, los más amplios e incluyentes, los menos abarcativos pero que ayudan a comprender más analíticamente cada cuestión
- * En algunos casos, el orden de presentación puede invertirse, comenzando por lo más conocido y próximo a la experiencia y desde allí derivar a generalizaciones.
- * Podrán encontrarse en el texto preguntas que tienen el valor de organizar la exposición, otras que constituyen la expresión de verdaderos problemas a resolver y pueden ser generadoras de nuevas preguntas por parte de quien aprende
- * Los esquemas y gráficos constituyen simplificaciones organizadoras de la comprensión, pero deben tratarse como una de las tantas formas posibles de elaborar síntesis. Seguramente, cada participante realizará sus propios esquemas y gráficos, que como elaboraciones personales, pueden contribuir a la sistematización de la información y su comprensión junto con los presentados en el texto
- * En algunos casos, se apela a comparaciones con situaciones conocidas, si se estima que ellas facilitan la interpretación por parte del participante.
- * En otros casos, es frecuente la ejemplificación con situaciones concretas de realidades locales diversas, sea a través del desarrollo de problemas, o del desarrollo de casos
- * Actividades de aprendizaje. Con esta denominación aludimos a las tareas que invitamos a que el participante elabore de modo sistemático. Se expresan bajo la forma de consignas que permiten analizar, comparar, integrar y reflexionar en torno a los conceptos que se incluyen en el desarrollo temático, así como también en función de los casos hipotéticos o de la propia realidad local. Se incluyen tres tipos de actividades, unas teóricas, otras referidas al trabajo de campo y las que permiten integrar esas dos, denominadas propuestas alternativas. Como a través de estas actividades se integran contenidos presentados en los Módulos, el Documento de apoyo y la Red Panamericana de información, se explican en detalle más adelante

El texto de los módulos se organiza con los siguientes apartados.

Objetivos de aprendizaje
Programa analítico
Desarrollo temático
Actividades de aprendizaje
Pistas de autoevaluación

¿En qué consiste cada uno de estos componentes? ¿Para qué sirven?

• **Objetivos de aprendizaje.** Constituyen orientaciones fundamentales tanto del proceso de estudio como de los conocimientos que se espera logren los participantes al concluirlo. En este sentido, son criterios importantes en las diferentes instancias de evaluación. Volver a los objetivos "mientras" se estudia, suele ser de valor para situar al participante en expectativas de logro.

• **Programa analítico.** Incluye un listado de los contenidos que presenta el módulo, ordenados según una estructura lógica que ayuda a la comprensión del conjunto del tema tratado. Un programa puede ser visto como un elemento formal o convertirse en una verdadera ayuda, si se utiliza como herramienta que permite visualizar sintéticamente, el alcance dado a la temática que se aborda.

• **Desarrollo temático.** Se presentan, describen y analizan los conceptos centrales y sus relaciones, siguiendo criterios pedagógicos que pretenden facilitar su comprensión. Por tratarse de un material impreso que será estudiado "a distancia" se ha intentado recuperar la palabra del docente - especialista generando un texto tan ameno como amplio en el tratamiento teórico-técnico de los temas propuestos.



* **Pistas de autoevaluación.** Se trata de orientaciones conceptuales que permitan al participante reflexionar sobre las respuestas que el mismo ha elaborado en las actividades de aprendizaje, detectando problemas, dificultades y/o aciertos en su proceso de aprendizaje. Solo las actividades teórico-conceptuales cuentan con pistas autoevaluativas, pues las respuestas de las actividades que implican un trabajo de campo quedan sujetas a situaciones muy particulares que difícilmente se puedan prever con anticipación.

Ahora si veamos un poquito como trabajar con estos componentes. Surge fundamentalmente una pregunta: el orden de la presentación en cada módulo ¿indica el orden en que debe encararse su lectura y estudio?

En principio, podríamos decir que en ese orden se refleja una manera de entender el proceso de aprendizaje, es decir, partiendo de una situación general, vamos arribando a cuestiones más específicas a la vez que más complejas.

Los objetivos o el programa cumplen esa función, de ubicar al participante en logros esperados y en el alcance de los conocimientos que se tratan en términos muy globales y luego es en el desarrollo temático y en las actividades de aprendizaje donde esa propuesta general toma cuerpo. De la misma manera, autoevaluarse revisando las pistas de autoevaluación, es una tarea que lógicamente, es típica realizar al finalizar el recorrido del módulo.

Sin embargo, sabemos que aprendemos en una permanente ida y vuelta entre lo general y lo particular, entre los procesos que nos permiten ver sintéticamente los asuntos en los que nos ocupamos y la actividad de análisis, de detenernos en los detalles.

Desde esta perspectiva es que pensamos que el orden con que se trabaja con el texto de los módulos puede e incluso debe ser modificado en más de una oportunidad.

Un ejemplo de ello es cuando debemos regresar a un módulo anterior para precisar algún concepto, o cuando partimos de mirar las consignas para autoevaluarnos, que nos indican el acento puesto por los profesores en ciertas cuestiones.

Una sugerencia que consideramos apropiada es la de comenzar con una primera lectura general de TODO el Módulo, de modo tal de reconocerlo en sus aspectos esenciales, en su alcance, en el nivel de profundidad esperado, en las acciones que demanda desde el punto de vista del aprendizaje del alumno. Una vez abordado en general, será el tiempo de detenerse en sus particularidades.



- * Epidemiología y Toxicología Ambiental
- * Aguas Residuales
- * Abastecimiento de Agua
- * Ingeniería Sanitaria y Ambiental

La experiencia en el abordaje de estas temáticas indica que mucho de lo que se conoce no se encuentra adecuadamente sistematizado. Antes, constituye un saber disponible en el plano personal, de algunas instituciones, en todo caso local

En este sentido, es un beneficio de gran valor formativo e informativo contar con la posibilidad de acceder a una Red de información que supera los límites locales, pues permite ver que problemas se le presentan a otros, con que criterios y como llegan a resolverlos, los enfoques predominantes para tratarlos, en fin, toda ella información que posibilita comparar lo local con otras experiencias

Es por ello que invitamos al participante a hacer uso de REPIDISCA como un material de carácter complementario de valor en este curso. Está dirigido especialmente a quienes estén interesados en profundizar sobre algunas de las temáticas propuestas y que además cuenten con la posibilidad de acceso a INTERNET. Ciertamente es que no todos los participantes pueden contar con esa posibilidad, pero cada vez se amplía más esa alternativa. Quienes no cuenten con ella, y estén interesados, será preciso que lo hagan conocer a los organizadores

La búsqueda de información gratuita se puede realizar a través de la Página Web www.cepis.org o por correo electrónico usando el **LISTERVER**

¿Qué es una página web?

Para quienes no estén familiarizados, la página web es un organizador informatizado de un conjunto de información acerca de diversas cuestiones, entre ellas, la descripción de instituciones, formas de acceso, diversidad de alternativas ofrecidas, etc





Actividades de aprendizaje

Ahora si nos detendremos en la explicación del sentido y alcance de las actividades de aprendizaje que enunciamos en el apartado referido a los componentes de los Módulos. Como lo afirmamos ya, decidimos explicarlas por separado pues se llegan a entender habiendo reconocido la existencia de otros materiales de estudio con los que hay que trabajar para resolverlas (material de profundización y REPIDISCA)

Los tres tipos de actividades, insistimos, apuntan en conjunto a comprender e integrar conceptos y procedimientos y a aplicarlos en situaciones prácticas

Actividades que apuntan al trabajo teórico - conceptual

Decidimos este tipo de actividades por que la experiencia nos indica que para aprender, es necesario detenernos en ciertas precisiones de conceptos, definiciones, en relación con fenómenos complejos y aun cuando nos estemos refiriendo a otros que se caracterizan precisamente por su simplicidad

Los problemas que parecieran caracterizarse por esa simplicidad, suelen en muchos casos encerrar núcleos temáticos de complejidad variada y detalles operativos que los especifican, los que merecen nos detengamos en su conceptualización, comparaciones, sistematización de procedimientos y análisis

Estas actividades aportarán a construir un lenguaje común para referirnos a las cosas de las que hablamos, lo que constituye un paso de relevancia en la consolidación de una comunidad de profesionales que se ocupan y preocupan por una misma temática

Actividades orientadas a la elaboración de un Proyecto

Durante todo el proceso de estudio e íntimamente relacionado con el avance en el trabajo con los módulos, el material de profundización y REPIDISCA, se proponen



Elaboración de propuestas alternativas

Con este conjunto de actividades se pretende que cada participante pueda establecer relaciones entre las actividades conceptuales y el trabajo de campo realizado. Para ello se proponen casos o consignas en las que se solicitara generar propuestas que tiendan a resolver las situaciones contradictorias, conflictivas e inciertas que hubieran sido detectadas.

Las actividades de aprendizaje teoricas y de elaboracion de alternativas son en general Optativas, aunque algunas son planteadas como de resolucion obligatoria, segun su pertinencia para la elaboracion del proyecto. Las actividades especificas referidas a este ultimo se presentaran de acuerdo al cronograma que se incluye mas adelante.



Las Tutorías

Llamamos tutorías a los encuentros -presenciales o a distancia- en que se producen intercambios entre docentes y participantes y que tienen como objetivos principales

- * la orientación permanente y sistemática del proceso de aprendizaje
- * el intercambio de opiniones y enfoques entre docentes y participantes
- * la identificación y resolución de dificultades, tanto en la comprensión de los conceptos como en su aplicación

¿Cómo se organizan las Tutorías?

Las tutorías se podrán organizar de diversas maneras según las particularidades de las sedes organizadoras y de los participantes en el curso en cada país. En todos los casos, la participación será optativa, no existiendo entonces requisitos que obliguen a intervenir en ellas. Sin embargo, alentamos a quienes decidieron la realización del curso, a valerse de algunas de las alternativas que pasamos a describir, ya que las tutorías constituyen uno de los caminos por los cuales se logra romper con el aislamiento efecto de la distancia.

Pueden asumir cuatro modalidades, cada una con sus posibilidades, límites, formas de organización

- * Tutorías presenciales
- * Tutorías Telefónicas
- * Tutorías por Fax y/o Correo Electrónico
- * Tutorías interactivas por internet (chat)

Tienen en común un factor central, sin cuya presencia no podrían tener lugar: nos referimos al necesario trabajo previo del participante con el contenido del curso, con sus materiales de estudio, con sus actividades de aprendizaje. Toda interacción será posible sobre la base de las dudas que se formulen, las interpretaciones de diferentes temas, el relato de experiencias realizadas, los avances en la realización de los proyectos individuales.



La experiencia nos indica la fertilidad de este tipo de intercambios que obviamente se intentan resolver en el menor tiempo posible y por el mismo medio al utilizado por el o los participantes, a través de la confección de listas de direcciones electrónicas o de números de fax.

Es importante destacar también que el e-mail será una vía de transmisión de información complementaria respecto de cuestiones organizativas generales del curso

Tutorías interactivas por INTERNET: CHAT

Los participantes en este curso tendrán también la posibilidad de trabajar en modo complementario en red cooperativa asistida por tutores a través de INTERNET utilizando la herramienta de comunicaciones pluidireccionales CHAT

El CHAT permitirá las interacciones tutor-participante y entre participantes, generando debates en tiempo real, a pesar de no encontrarnos cara a cara. Este tipo de interacciones es cada vez más utilizado en propuestas a distancia. Como decíamos inicialmente, sabemos que muchos no disponen aún de esta posibilidad, pero cada vez es más frecuente que las mismas instituciones cuenten con acceso a internet. Pensamos aprovechar esta oportunidad, sin excluir a quienes no pueden acceder a ella

¿Qué significa el CHAT, desde la perspectiva de quien lo utiliza?

Aunque el término pareciera remitir a algo muy completo, sencillamente alude a un espacio electrónico de conversación, de "charla", en el que la palabra escrita sustituye a la oral. Los intercambios se suceden de modo análogo a la conversación cotidiana, aunque habrá que aprender algunas de sus particularidades, que en no pocos casos, sorprenderán, o también presentarán sus dificultades que habrá que vencer. Entre ellas, los malos entendidos. Aprender a tratar con estas particularidades será en sí mismo un destino



Interacciones

Ud junto a **/NICK** debe ingresar un nick que no este en uso Ejemplo

*/nick Junpablo75 [precionar **ENTER** luego de tipear JuanPablo75]*

(Si el nuevo nick estuviese tambien en uso, mIRC le dira que nuevamente ingrese uno no existente)

*Una de las características notables que posee **DALNET** es que el Nick Name o apodo (nombre con el cual usted chatea), posee un dueño Es decir, si su Nick es "juanPablo" (un nick no puede contener espacios en blanco), Usted puede proteger ese nick con una clave secreta (password)*

*Si Ud se conecta a DALNET y le aparece lo siguiente
NickServ-This nick is owned by someone else Please choos another
NickServ- if is this your nick, type /msg Nickserv IDENTIFY <password>*

*Eso indica que el nick que Ud seleccionó ya tiene un dueño Si Ud es el dueño ingrese
/nickserv identify password [presione **ENTER** e ingrese su password que es su clave secreta]*

*Si Ud no es el dueño, cambie el nick, o de lo contrario DALNET le pondra a Ud un nuevo nick como el siguiente **GUEST3234** (que significa VISITA3234).*

*Para cambiar el nick utilice el mismo comando **/NICK** visto anteriormente*

Si Ud, esta usando un nick y no hay mnesajes de NickServer que le advierte que el nick ya tiene dueño. significara que el nick esta libre, Ud se puede registrar como dueño Para ello escriba

*/nickserv register password [ENTER]-> **password** es una palabra secreta escogida por Ud*

En este Curso, hemos, previsto dos encuentros a través del chat, sus fechas y horas serán comunicadas oportunamente por los organizadores del Curso.

Intercambios vía correo electrónico







Evaluación

La evaluación es una instancia muy importante del proceso de aprendizaje. Permite conocer a todos los involucrados (docentes y participantes) el grado en que se han alcanzado los objetivos propuestos.

El Proyecto Final como forma de evaluación

Para la aprobación del curso, el participante deberá presentar un Proyecto Final sobre la gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos, referido a su realidad local.

El proyecto deberá proponer una adecuada gestión que permita llevar adelante una mejora en el orden administrativo y ambiental de la zona en estudio.

Para su elaboración, se presentan pautas comunes que permitirán unificar los criterios en el diseño, y especificar el contenido de cada una de las entregas que debe realizar el participante (Ver Anexo 1 Pautas para la elaboración del Proyecto Final).

Se han previsto tres entregas parciales como momentos de evaluación durante el proceso de estudio. Cada entrega contribuirá a la presentación del Proyecto al finalizar el curso.

Es importante aclarar que la calidad de la producción del participante en cada una de esas entregas incidirá en la calificación final. El peso relativo que se otorgue a cada entrega en relación con el producto final y los criterios de evaluación, serán especificados oportunamente.





Pautas para la Presentación del trabajo final

Esta pauta se presenta como referencia para la elaboración del proyecto por parte de los alumnos. Sin perjuicio de las recomendaciones específicas del Documento y los Módulos, el documento deberá contener los siguientes capítulos:

I. Índice

II. Presentación

Aquí debe indicarse que se trata de un documento elaborado para el curso "GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES E IMPACTO AMBIENTAL", diseñado y patrocinado por CEPAL / ILPES, OPS, CEPIS en el marco de la Red Latinoamericana y del Caribe para la capacitación y la Cooperación Técnica Mediante la Educación a Distancia.

Se debe incluir el nombre del o de los alumnos que elaboran el proyecto.

III. Resumen y Conclusiones

La presentación del proyecto debe comenzar con un resumen de los aspectos más relevantes identificados durante el estudio. Se trata de tener, a nivel ejecutivo, una visión general del problema analizado y de las soluciones planteadas para resolverlo.

El resumen debe incluir, en primer lugar, el análisis del problema que se pretende resolver y el área de influencia en la cual se circunscribiera el proyecto.

En segundo lugar, se debe mencionar el resultado del diagnóstico de la situación actual (déficit o superavit), haciendo especial referencia a la población que necesita ser atendida por el proyecto. En seguida se deben mencionar las alternativas de solución que se analizaron y justificar la que se seleccionó para resolver el problema detectado.



- a) Optimización de la Situación Actual, cuando sea posible será conveniente plantear esta alternativa, normalmente asociada a pequeñas mejoras, para no asignarle falsos beneficios a otras alternativas que se mencionen
- b) Planteamiento de Otras Alternativas, las que deberán describirse indicando las principales características de cada una de ellas

VII. Evaluación de las Alternativas Seleccionadas

En esta parte se deberá presentar en forma resumida los beneficios y costos de cada una de las alternativas analizadas. Se deberá verificar la correcta elaboración de los flujos de costos, en términos de la vida útil definida para cada alternativa, la periodicidad de los costos de operación y mantenimiento, la vida útil definida para los equipamientos, cuando los haya, etc.

Se debe en esta parte justificar la elección de una de las alternativas.

VIII. Evaluación del Proyecto o Alternativa Seleccionada

En esta parte se debe desarrollar a fondo la alternativa seleccionada, se deben realizar las consideraciones generales acerca de la capacidad institucional y financiera de la entidad promotora del proyecto, y se deben emitir los juicios pertinentes acerca del impacto ambiental que puede tener el proyecto.

En esta parte se deben contener la identificación de todos los costos y beneficios del proyecto, medibles y no medibles. Se realizarán los cálculos arrojados de rentabilidad privada y social del proyecto, y se concluirá con la recomendación respecto del mismo.

IX. Evaluación de Impacto Ambiental

El alumno presentará una relación de los problemas más relevantes desde el punto de vista ambiental, se exigirá como mínimo la presentación de la matriz de impacto y el análisis de esta, indicando los aspectos más destacados que se presenten.





GUIA PARA LA ELABORACION DEL DIAGNOSTICO DE LA GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

El objetivo de esta guía es acompañar la preparación del diagnóstico base para la elaboración del proyecto de gestión integral de RSM, a través de un punteo de los principales factores e indicadores que deben ser analizados en la gestión de Residuos.

Sin pretender ser un desarrollo exhaustivo de los mismos, tiende a enfocar los distintos aspectos que deben ser considerados en el momento de recopilar la información y la búsqueda de datos que permitan una visión de conjunto para la elaboración del diagnóstico del actual sistema de Gestión de los residuos sólidos municipales.

Estos aspectos son los requerimientos mínimos que deberá incluir el Diagnóstico que debe ser presentado en la primera entrega del Proyecto. Para ampliar los distintos ítems deberá recurrir a los Módulos, el Documento de apoyo y la bibliografía complementaria del curso.

I. Aspectos generales del Municipio o Comuna

1. Nombre
2. Ubicación
3. Población (cantidad de habitantes, densidad, tasa de crecimiento, etc.)
4. Características socioculturales y económicas de la población
5. Principales actividades económicas del municipio, zona o región
6. Características geográficas, climatológicas y topográficas
7. Principales características de urbanización (infraestructura, trazado de calles, calles pavimentadas, de tierra, planos de la localidad, etc)

II. Aspectos generales de la Gestión de Residuos

1. Determinación del área, departamento y/o dependencia responsable de la Gestión y su ubicación en la estructura organizacional del municipio o comuna.



V. Análisis de la Disposición final de residuos

1. Método actualmente en uso para la disposición final
2. Identificar la localización geográfica del vertedero y describir las principales características topográficas de la zona en la que se está el predio de disposición final.
3. Vida útil del actual vertedero
4. Distancia entre el centro de generación de residuos y la disposición final.
5. Análisis de los accesos principales y secundarios al vertedero y verificación de su estado. Visibilidad del vertedero desde el exterior
6. Observar la existencia de un sistema de control de ingreso al vertedero, señalizaciones internas y externas.
7. Precisar si hay cobertura y su frecuencia
8. Observar si hay presencia de personas dedicadas al cachureo o curajeo, vectores, animales, etc.
9. Verificar el tipo de tratamiento del suelo usado para el vertedero (impermeabilización, otros) y determinar la presencia de líquidos percolados, drenajes, venteos, residuos en combustión, malos olores, etc.
10. Con relación al entorno interno y externo al predio de disposición: observar si hay materiales dispersos, pozos de agua, viviendas, cultivos, sistemas de monitoreos, etc.
11. Identificar la forma de descarga (manual, mecanizada)
12. Observar el manejo y disposición de los residuos industriales, hospitalarios, peligrosos en el predio.
13. Verificar la existencia de controles de seguridad y sanitarios
14. Verificar la existencia de disposición alternativa para emergencias climáticas
15. Verificar la existencia de proyectos de cierre, sellado y re inserción del predio.





***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***



MODULO UNO



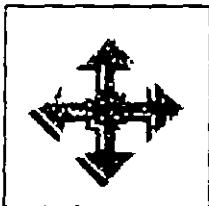
CEPAL-LPES



OPS



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CORDOBA



DEPARTAMENTO
EDUCACION A
DISTANCIA



AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Iipes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero

INSTITUCIONES RESPONSABLES



CEPAL-LPES

*Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación
Económica y Social (ILPES)*

Coordinación: Edgar Ortegón



OPS

*Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPLIS)*

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



U.N.C.-F.C.E.

*Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)*

Coordinación: Dalmira Pensa





Indice

Objetivos	9
Introducción	10
Capitulo 1: Recolección de residuos sólidos urbanos	13
Capitulo 2: Sistemas de recolección domiciliaria en América Latina y el Caribe.	29
Capitulo 3: Equipamiento para la recolección.	39
Capitulo 4: Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.	49
Capitulo 5: Estaciones de transferencia.	59
Capitulo 6: Consideraciones basicas para la elaboración de un proyecto de residuos.	65
Capitulo 7: Diseño del sistema de recoleccion.	69
Capitulo 8: Limpieza de calles	87
Glosario	97
Bibliografía	99
Actividades de Aprendizaje	101
Pistas de autoevaluación	104



**DISEÑO Y DESARROLLO
DE MATERIALES PARA LA
MODALIDAD A DISTANCIA**

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección:

Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General :

Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:

Adela Coria

Marcela Sosa

Arte y Diagramación:

Santiago Druetta

Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:

Gabriela Sabulsky

María Helena Saddi

Paola Roldán

Nancy Castellano

Joel Armando

Daniela Reynoso

Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILPES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)

María Angelica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)





Introducción

La Conferencia de Estocolmo en 1972 se reconoce como un hito importante en el análisis de los problemas ambientales. En su ámbito surge la necesidad de elaborar estrategias de desarrollo en el plano nacional e internacional, donde los objetivos ambientales no estén ausentes.

Posteriormente, en el año 1987, la Comisión Brundtland presentó el informe "Nuestro Futuro Común" en el que se acuña el concepto Desarrollo Sostenible: *"Esta en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias"*

En este contexto, la sustentabilidad debe ser entendida como un conjunto de acciones y decisiones respecto de la producción, consumo, inversión y uso de los recursos ambientales que una sociedad toma. De esta manera, se puede analizar si las formas de organización social y económica aseguran la convergencia hacia los principios del desarrollo sustentable.

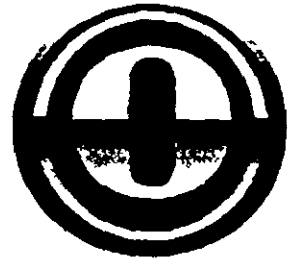
En la ECO RIO 92 se debatió acerca de la responsabilidad que les cabe a los países ricos en relación con los países pobres, sobre el deterioro del medioambiente y las consecuencias de las prácticas de las sociedades de alto consumo.

Asimismo el "modelo latinoamericano para el desarrollo sustentable" alerta sobre las dificultades que se avecinan en la región, si se siguen imitando las pautas de desarrollo seguidas por los países ricos.

El impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente no es un fenómeno de nuestros días. Mucho tiempo atrás, la condición de cazador-recolector nómada del ser humano propició su expansión por el mundo y el efecto ambiental negativo de esta actividad se vincula casi en exclusividad con la extinción de especies.

El cambio de estilo de vida -de nómada a sedentario- se observa con el desarrollo de la agricultura, la que conjuntamente con el crecimiento de la población inicia los primeros procesos de deforestación, cuyas consecuencias permanecen hasta nuestros días.





Objetivos

- Conocer las implicancias medioambientales derivadas de un manejo inadecuado de los residuos sólidos domiciliarios por parte de las comunidades
- Analizar el manejo de la basura desde el origen hasta la disposición final, identificando la forma de almacenamiento y el equipamiento para su recolección.
- Caracterizar las diferentes condiciones de la recolección identificando los factores incidentes.
- Reconocer las problemáticas centrales de la elaboración de un diagnóstico del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos

Recolección y Transporte

Introducción

Precisamente es objetivo de este Modulo encarar la problematica desde esta ultima perspectiva, analizando los diferentes factores que contribuyen a generar diversos problemas en la disposicion de residuos, y a paliarlos si se adoptan las medidas pertinentes desde el punto de vista tecnico. Dejaremos para mas adelante el analisis de las maneras mas potentes para tratar con la dimension cultural y educativa del problema. Factores como los horarios de recoleccion, frecuencia de la recoleccion, tipologia de receptaculos en la disposicion, asi como los diferentes equipos de recoleccion forman parte de las problemáticas del proceso de recoleccion y transporte de residuos solidos urbanos (en adelante, R.S.U.)

Cada Municipio establece ordenanzas con prescripciones tecnicas minimas que obligan a presentar los residuos en condiciones higienicas idoneas, en horas y lugares pre-establecidos. En la actualidad los recipientes mas usados son la bolsa o saco desechable, cubos y contenedores.

Partiendo de la produccion de residuos en origen, tenemos las etapas de recoleccion y transporte. Esto ultimo comprende las operaciones de carga, transporte y descarga desde que los residuos son presentados hasta que son dispuestos en vertedero.

La importancia de diseñar un eficiente sistema de recoleccion permite en la mayoría de los casos un importante ahorro de tipo economico si consideramos que esta fase consume entre un 60 y un 80% del costo global del manejo de las basuras. De ahí el valor del presente Modulo puesto que su comprension y correcta aplicacion en la zona bajo estudio es una de las claves para minimizar los costos de la gestion integral de los residuos solidos urbanos. Analizaremos los conocimientos basicos para que el participante de una manera sencilla pueda efectuar un diagnostico y una posterior optimizacion de la recoleccion de los residuos urbanos, abordando los principales parametros de diseño junto con las consideraciones de almacenamiento.

Se muestran a modo de ejemplo el funcionamiento de diferentes vehiculos de recoleccion, para señalar las mejoras a introducir en los itinerarios de recoleccion.

Finalmente se incluyen cuestiones centrales para la elaboracion de un proyecto de recoleccion de residuos solidos urbanos, indicando los factores que influyen en los tiempos de recoleccion y las consideraciones generales acerca del personal necesario, la financiacion, los costes y rendimientos junto a un ejemplo que permite determinar las necesidades de equipo de forma sencilla.

La revolución industrial del Siglo XVIII estuvo marcada por una creciente demanda de energía y hacia mediados del Siglo XIX comenzó a explotarse el petróleo a escala comercial. Este periodo se caracterizó por una forma de vida altamente dependiente de la energía no renovable y fuertes procesos de urbanización que en la actualidad se manifiestan en una población urbana que alcanza un nivel del 80%, cifra por demás alarmante.

La propia condición gregaria del ser humano, la cultura consumista propiciada a partir de los desarrollos de los medios de comunicación y la explosión demográfica han sido determinantes claves en el proceso de concentración urbana. Estos procesos traen aparejados grandes problemas ambientales propios de las ciudades. La provisión de agua potable, tala para construcción de viviendas y calor para el hogar, problemas relacionados con los efluentes cloacales y la generación, recolección y disposición final de residuos, son ejemplo de ello.

La producción de residuos propia de la actividad del hombre en tanto sean devueltos al medio ambiente a tasas y en concentraciones que permitan ser absorbidos en los ciclos naturales, no es problemática en sí misma. El problema ambiental se origina cuando la concentración de desperdicios almacenados alcanza niveles que comienzan a causar efectos nocivos en los organismos vivos.

Tanto la calidad como la cantidad de residuos que se generan afectan el sistema integral de gestión que incluye la recolección, transporte y disposición final de los mismos.

Las escasas políticas ambientales, que además son incipientes, repercuten, entre otros aspectos, en este servicio que se expresa a la hora de depositarlos para su recolección. Probablemente, este fenómeno no sea reconocido por quienes en lo cotidiano resuelven la cuestión poniendo en juego usos y costumbres estereotipados, muchas veces no basados en conocimientos técnicos ya acordados en esta materia. Lo que no constituye un problema desde lo individual, cobra otra dimensión mirando desde el lugar de la gestión pública y los usos colectivos.



1. Caracterización de residuos sólidos urbanos.

1.1 Clasificación de los Residuos Sólidos.

Los residuos sólidos pueden clasificarse de acuerdo a su origen (domiciliar, industrial, comercial, institucional público etc.), a su composición (materia orgánica, vidrio, metal, papel, textiles, plásticos, merca y otros), o de acuerdo a su peligrosidad (tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables, infecciosos)

Para fines del presente análisis se ha considerado los siguientes residuos sólidos urbanos

1) Residuos sólidos municipales (RSM)

Los residuos sólidos municipales son aquellos provenientes de la generación residencial, comercial, institucional, industrial (pequeña industria y artesanía) y los residuos sólidos resultantes del barrido de calles de un conglomerado urbano y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales

El componente residencial o domiciliario está constituido por desperdicios de cocina, papeles, plásticos, depósitos de vidrio y metálicos, cartones, textiles, desechos de jardín, tierra, etc. En América Latina y el Caribe esto representa entre 50 a 75% del total de RSM

El componente comercial proviene de almacenes comerciales, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles y otros constituye entre 10 a 20% de los RSM

El componente institucional proviene de oficinas públicas, escuelas, universidades, servicios públicos y otros y representa entre 5 a 15% de los RSM

Los residuos industriales provienen de la pequeña industria (baterías, confecciones de ropa, zapaterías, etc.) y talleres artesanales (sastreñas, carpinterías, de textiles, etc.) Este componente varía mucho de acuerdo a las características de las ciudades y podría representar entre 5 a 30% del total de RSM. Usualmente las industrias y servicios mayores manejan sus residuos por cuenta propia o utilizan contratistas privados, aunque algunas municipalidades prestan estos servicios a la industria en forma poco eficiente

El componente que proviene del barrido de calles y áreas públicas está constituido por residuos sólidos que arrojan los peatones, tierra, poda de árboles, etc. y representa entre 10 a 20% del total de RSM

2) Residuos sólidos especiales (RSE)

Algunos de los residuos especiales por su cantidad o manejo pueden presentar un riesgo a la salud tales como los residuos sólidos provenientes de establecimientos de salud, los productos químicos y fármacos caducos, los alimentos con



Capítulo



Recolección de residuos sólidos urbanos



Países de altos ingresos 0.7 - 1.8 kg/hab/día

En el Caribe la generación de residuos domiciliarios se estima en 0.58 kg/hab/día y la comercial e institucional en 0.45 kg/hab/día con un total de generación de residuos sólidos municipales de 1.0 kg/hab/día

b) Residuos sólidos especiales

No hay información disponible sobre generación de residuos sólidos especiales en las áreas urbanas de la Región. Sin embargo, en cuanto a la generación de residuos sólidos hospitalarios, un estudio efectuado por la OPS/ECC en 1991 en los países de Centro América y Panamá calculó los siguientes valores promedio para los hospitales en las capitales de esos países:

- I) Generación unitaria por cama 3.0 kg/cama/día
- II) Parte no peligrosa y manuable como RSM 1.5 kg/cama/día
- III) Parte de residuos reciclables 1.0 kg/cama/día
- IV) Parte de residuos hospitalarios peligrosos 0.5 kg/cama/día

Estos valores no tienen grandes diferencias con los de los países desarrollados y del resto de América. Como en la Región hay aproximadamente 1.2 millones de camas hospitalarias, se podría estimar en 600 toneladas diarias la generación de residuos hospitalarios peligrosos.

Estos residuos peligrosos hospitalarios generalmente se manejan conjuntamente con los RSM en forma deficiente y riesgosa.

c) Residuos peligrosos

Si bien hay datos estimativos de producción anual de desechos peligrosos en países de ALC encuestados por la OPS en 1993, no hay datos ni estimaciones sobre qué porción de esos residuos peligrosos se manejan conjuntamente con los RSM.

Según las autoridades de México, se considera que 3% (14 500 t/día) del total de residuos industriales generados tienen características de peligrosidad o toxicidad para la salud humana o el ambiente. En Argentina, distintas estimaciones indican que la generación anual de residuos peligrosos en la provincia de Buenos Aires oscilaría entre 50 000 y 100 000 toneladas. En Lima metropolitana se estima que se generan 300 t/día de residuos peligrosos, desconociéndose los lugares de descarga o las zonas en las cuales se eliminan o almacenan.

La empresa para el manejo de residuos sólidos de Trinidad y Tobago (SWMCO) indica que aproximadamente se generan 50 000 t anuales de residuos industriales, incluidos los peligrosos industriales y los residuos sólidos patógenos.

En el área metropolitana de São Paulo, Brasil, según información de CETESB, se generan diariamente 754 t de residuos peligrosos de los cuales reciben tratamiento final 52% (286 t/día) y el resto 228 t/día son vaciados irregularmente en



plazos de consumo expirados, los desechos de establecimientos, como por ejemplo, baterías, fodos, escombros y los residuos voluminosos que con autorización o por costumbre son manejados por las autoridades municipales. Otros no peligrosos incluye a los animales muertos, autos abandonados, desperdicios de demolición y construcciones, residuos de parques y jardines, de festivales públicos y otros.

c) Residuos peligrosos (RP)

Los residuos peligrosos son aquellos sólidos o semisólidos que por sus características tóxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables o infecciosas plantean un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al medio ambiente, cuando su manejo indebido dentro del área urbana se hace, autorizada o ilícitamente, en forma conjunta con los residuos sólidos municipales.

Para un mayor desarrollo del tema, consultar material de apoyo.

1.2 Generación de residuos sólidos.

d) Residuos sólidos municipales

La generación de residuos sólidos domiciliarios en la Región varía de 0,3 a 0,8 kg/hab/día. Cuando a estos desechos domiciliarios se les agrega otros residuos como los de comercios, mercados, instituciones, pequeña industria, barrido y otros, esta cantidad se incrementa de 25 a 50%, o sea que la generación diaria es de 0,5 a 1,2 Kg por habitante, siendo el promedio regional de 0,92. La información recogida de diferentes fuentes y principalmente de la OPS demuestra que en las áreas metropolitanas y ciudades de más de 2 millones de habitantes (muestra de 16 ciudades) el promedio es de 0,97 kg/hab/día, en otras 16 ciudades grandes de 500 000 y 2 millones de habitantes ese promedio llega a 0,74, y en una muestra de 24 ciudades intermedias y pequeñas de menos de 500 000 habitantes el promedio es de 0,55 kg/hab/día. Con la generación promedio de 0,92 kg/hab/día, se estima que la población urbana (360 millones) en ALC está produciendo 330 000 toneladas diarias de residuos sólidos municipales.

Lo anterior confirma que el tamaño de las ciudades y el ingreso per capita son factores determinantes para que la generación por habitante se incrementa (anexo 3.2.3). Por otro lado, la aplicación de políticas para reducir la generación de desechos sólidos municipales es aún débil, ya que estos valores siguen incrementándose. Estudios de IICA en la ciudad de Guatemala y Asunción efectuados entre 1992 y 1993 respectivamente, indicaban un incremento anual de la generación de residuos de 1 a 3% ligado al aumento del ingreso per capita. Por otra parte, se ha observado la siguiente generación de RSM en función de los ingresos de los países:

Países de bajos ingresos	0,4 - 0,6 kg/hab/día
Países de ingresos medios	0,5 - 0,9 kg/hab/día



Los metodos de estimacion directos permiten determinar características mas específicas, como la composición, para lo que se requiere seguir procedimientos de recolección de datos que ayuden a discriminar características particulares.

En ese sentido, sera necesano segun los siguientes pasos:

- Recopilar informacion sobre el numero de habitantes, obtener mapa de situacion de la zona de estudio, ubicar las fuentes no domesticas de produccion de residuos solidos, zonas e itinerarios de recolección y centro de disposicion final
- Seleccionar muestras representativas de 100 Kg. En caso de existir diferentes estratos sociales en la zona de estudio, previendo la posibilidad de diferencias en la composición de los residuos. A su vez, se deberan seleccionar muestras representativas por cada estacion del año
- Para el calculo de la densidad se colocaran los residuos en recipientes que permitan su manejo y facilidad de analisis, pudiendo utilizarse recipientes de 200 litros. Se deben pesar los residuos en origen y medir el volumen que ocupan y establecer la relacion peso/volumen. Para obtener la densidad en el vehiculo recolector dividiremos el peso de las toneladas transportadas y el volumen que ocupan en el vehiculo, esta densidad logicamente debe ser mayor. La densidad del residuo en vertedero se obtendra midiendo el volumen topograficamente
- Para obtener el peso total y por componentes del residuo se mide durante siete dias consecutivos, distinguiendo los siguientes componentes:

Para obtener la composición física de los siete dias por componente y la producción per capita, se debe calcular el promedio de los siete dias. La composición física por componente resulta de dividir el peso total promedio de los residuos por el peso del respectivo componente y suele expresarse en %. La P.P.C. es la relacion entre el peso total y la población que produce estos residuos.

Componentes	DIAS														Promedio	
	1		2		3		4		5		6		7			
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%		
Metal																
Vidrio																
Tierra																
Residuo Alimento																
Papel																
Plastico																
Madera																
Otro																
Total																

Con estos datos, estimando que la producción per capita puede aumentar entre un 1% y un 3% y conociendo las proyecciones de crecimiento de la población, podemos determinar la cantidad de basura en Toneladas año a año y el volumen (en m³) acumulado



botaderos clandestinos. Datos de FEEMA, del periodo 1989-1990, indican que la generación de residuos peligrosos en el Estado de Rio de Janeiro era de 636 000 t por año, de los cuales solo 20% (130 000 t/año) eran tratados y dispuestos adecuadamente.

Es correcto asumir que una parte de estos residuos peligrosos se maneja en forma separada dentro de las ciudades y otra porción conjuntamente con los residuos sólidos municipales.

Para un estudio de prefactibilidad conviene tratar por separado cada uno de los residuos producidos, temática que será analizada en el Módulo IV.

La producción de residuos se suele medir en valores unitarios como Kilogramo de residuo sólido por habitante y por día, es lo que se llama Producción Per Capita. Para llegar a la cantidad producida vamos a utilizar métodos de estimación para conocer no solo los Kg/hab/día, sino también las características de densidad y composición. Estos métodos de estimación pueden ser indirectos o directos.

A) Métodos de estimación indirectos

Se trata de medidas que permiten determinar la producción per capita de residuos sólidos y su densidad, con base en datos globales y sin discriminaciones cualitativas.

Producción per capita

Establece proporción entre la cantidad total de residuos que se recogen y la población total atendida.

$$PPC = \frac{\text{Cantidad total recolectada (Kg/día)}}{\text{Población total atendida (habitantes/día)}}$$

También calcula la proporción entre la cantidad de residuos que se vierten al vertedero y la población total atendida.

$$PPC = \frac{\text{Cantidad total residuo dispuesto en vertedero (Kg/día)}}{\text{Población total atendida (habitantes/día)}}$$

Es posible que las producciones per capita, calculadas por ambos métodos no coincidan, en cuyo caso se deberá analizar la causa de esta diferencia y determinar si ella es ambientalmente aceptable².

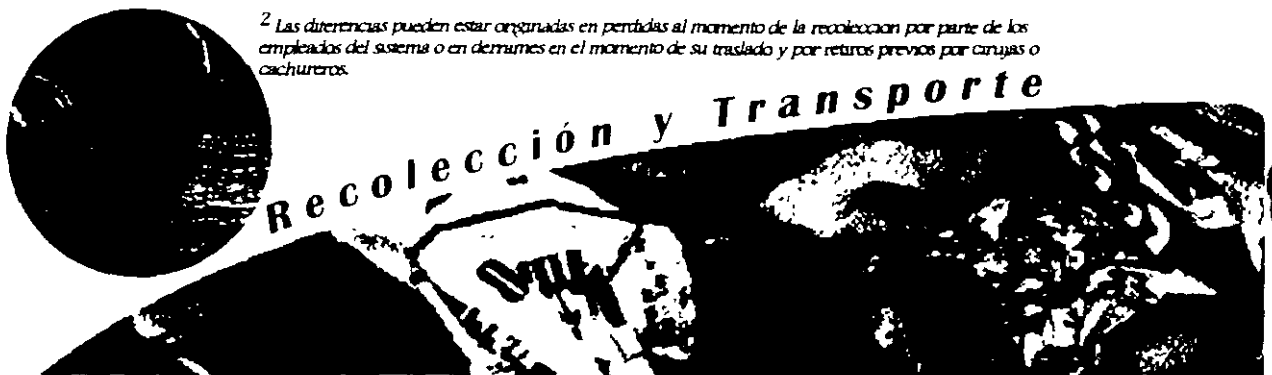
Densidad.

Estima la relación entre el peso y el volumen que ocupan los residuos en un determinado contenedor. Se recomienda utilizar uno de aproximadamente 200 litros, el cual una vez lleno se ha de dejar caer 3 veces desde una altura de 10 cm. (Esto es analizado de manera expresa en el material de apoyo).

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de los residuos sólidos (Kg.)}}{\text{Volumen que ocupan los residuos sólidos en el recipiente. (m3)}}$$

B) Métodos de estimación directos

² Las diferencias pueden estar originadas en pérdidas al momento de la recolección por parte de los empleados del sistema o en derrames en el momento de su traslado y por retiros previos por curujas o cachureros.



a la produccion de desechos

- Equipos.

Analizaremos a continuacion cada uno de ellos.

2.1. Organización de la recolección. Etapas.

La recoleccion es el eje troncal alrededor del cual giran todos los demas servicios. Sus costos representan en los paises en desarrollo del 70 al 90% de los costos totales del servicio de limpieza, por lo que es esencial hacerlos los mas costo-efectivos posible. En Latinoamerica los costos de recoleccion varian de US\$20 a \$40 para recoleccion convencional.

La organizacion racional del sistema de recoleccion de basura de una comunidad, y en especial de una ciudad de gran poblacion, es un problema de ingenieria aplicada. El rendimiento y eficacia de un sistema de recoleccion depende de la correcta armonia de una serie de factores que se entrelazan, tendientes a conseguir una recoleccion sanitaria efectiva con un desarrollo estetico compatible con actividades de este tipo, tales como el tamaño de los vehiculos de recoleccion, numero de hombres por vehiculo, tipo de basura recoleccion, numero de viajes por dia al lugar de disposicion final, magnitud del sector que sirve cada vehiculo, entre las mas relevantes.

Para una eficiente gestion de recoleccion se requiere una seccion o departamento que tenga la responsabilidad total del problema y que cuente con el personal tecnico debidamente entrenado a fin de que se garantice el costo minimo posible de explotacion. Normalmente, la responsabilidad recae en los respectivos departamentos de las municipalidades, y en algunos casos, en el servicio de salubridad. Sin embargo, cualquiera sea la solucion, los servicios de salubridad estatales tienen a su cargo la supervision y control sanitario tanto de la recoleccion como del transporte y disposicion final de la basura de la comunidad.

Al diseñar un sistema de recoleccion es necesario establecer si este se encuentra parcial o totalmente implementado en cuyo caso se debe realizar un diagnostico de la operaciones que se estan realizando.

Este diagnostico requiere de la revision del circuito, evaluando el horario, el volumen de residuos, la distancia hasta el centro de disposicion y los tiempos requeridos y/o implementados.

Una caracteristica importante del servicio es la regularidad horaria de la recoleccion. Ademas, la ruta prevista debe considerar un lleno completo de la capacidad del camion recolector. Para alcanzar estos objetivos, a partir de un plano de la ciudad, se determinan areas en lo posible homogeneas segun tamaño fisico y densidad poblacional, cuyas caracteristicas permitan el acceso y la operacion de los vehiculos.

En cada area se determina el numero de viajes considerando el tiempo que demora el camion en acceder a la ruta de recoleccion, a la zona de transferencia, a la disposicion final y la demora en la recoleccion teniendo en cuenta las condiciones especi-

Además, si conocemos la densidad que se obtiene en el vertedero (al rededor de 600-800 Kg./m³) y los m³ de los que disponemos para verter los desechos, podemos obtener en forma sencilla los años de su vida útil, te maticas que será analizada en el Modulo III.

2. Recolección de residuos sólidos urbanos

La recolección de basura es el nexo entre la disposición inicial en el domicilio y el sistema de disposición final. La recolección debe estar organizada de tal modo que permita un servicio eficiente y equitativo, sin producción de malos olores, polvos, ruidos molestos, desorden y en condiciones aceptables para un servicio de esta naturaleza.

La cobertura del servicio de recolección es en promedio de un 88% en las ciudades grandes de Latinoamérica y el Caribe y seguramente más baja en las ciudades de menor dimensión. Según un informe de CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria) la recolección en América Latina y el Caribe, ocupa entre 0.2 y 0.4 trabajadores por cada mil habitantes. Esto varía con la producción de residuos y el grado de dificultad de la topografía del área. En general se puede considerar que la recolección implica equipos con compactador propio de 6 a 15 metros cúbicos y que dependiendo de su densidad, un peon es capaz de recolectar una tonelada de residuos empleando entre 80 y 140 minutos. A estos equipos se los suele denominar "equipos convencionales".

En países como Bolivia, Brasil, Colombia, Guatemala, El Salvador, Honduras, México, Perú, Brasil, se han ensayado métodos no convencionales de recolección con una participación comunitaria.

Estos métodos consistieron en suprimir parte del equipo convencional por equipo de tracción humana tales como carretas manuales, triciclos con pedales tipo bicicleta, motocicletas tipo triciclo, o con carretas de tracción animal o de tractores agrícolas que realizan una recolección puerta a puerta y que cuando se llenan, debido a su baja velocidad, no pueden transportar su carga hasta el relleno por lo que deben transferirla a un vehículo convencional. El vehículo convencional en estos sistemas, puede realizar 3 o cuatro viajes al relleno, debido a ya no pierde tiempo recolectando casa por casa, es decir los recolectores no convencionales son sistemas satélites de los vehículos convencionales. Otro método común, sobre todo en zonas inaccesibles consiste en colocar contenedores en áreas cercanas accesibles a los vehículos a donde los usuarios llevan sus residuos a pie.

Por su importancia económica, la recolección de residuos debe ser estudiada en detalle, atendiendo entre otros a los siguientes parámetros:

- Organización de la recolección
- Generación y almacenamiento de R.S.U.
- Frecuencia de recolección
- Horarios de recolección
- Variaciones estacionales en cuanto



llevar la basura hasta los puntos de recolección y si hay contenedores, como deben usarse, por ejemplo si la basura se pone embolsada o a granel. En caso de recolección selectiva se deberán especificar que contenedores deberán usarse para cada componente y que días

El manejo interno en los hospitales debe prever la separación en el origen de los residuos peligrosos de los no peligrosos. La importancia de la capacitación del personal es muy importante por la diferencia de los costos de la recolección y tratamiento de una tonelada de residuos comunes y una tonelada de residuos peligrosos de hospitales. Por ejemplo el costo de recolección y transporte de una tonelada de residuos comunes varía de unos \$20 a \$60 dólares, mientras que la tonelada de residuos peligrosos cuesta de \$400 a \$1000. El manejo interno es responsabilidad del hospital, pero el almacenamiento de los residuos debe normarse por el municipio. Se deben especificar la separación física de los lugares de almacenamiento, el color rojo y las características de las bolsas para los residuos peligrosos y las marcas que deberán llevar

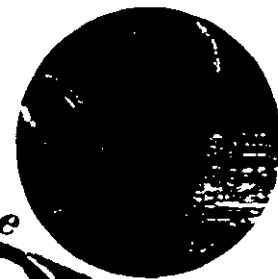
El municipio deberá expedir normas similares para la recolección en hoteles, restaurantes, mercados, etc. Y estas tendrán que ser más cuidadosas cuando se aplique la recolección selectiva.

• **Recolección propiamente dicha.**

Esta etapa abarca el tiempo empleado por el personal desde el momento que se inicia el vaciamiento del primer recipiente hasta que el último se ha descargado en el camión. La evaluación de la operación puede expresarse de varios modos, tales como: porcentaje del tiempo total empleado en cada viaje, hombres-minuto por viaje, u hombres-minuto por unidad de basura recolectada (tonelada, servicios o recipientes). La unidad más empleada para evaluar la recolección propiamente dicha corresponde a los hombres-minuto por tonelada de basura recolectada. Esto supone que el tiempo requerido para esta operación de recolección, en las mismas condiciones, es proporcional al peso de la basura recolectada.

Se pueden reconocer diferentes tiempos según el tipo de actividades que realiza el personal recolector en la recolección propiamente dicha. Ellos son.

1. En el camión, tiempo gastado por el empleado en el vehículo, ya sea en recorrido, compactando la basura o esperando,
2. En la calle, tiempo ocupado por el empleado en caminar por la calle o acera,
3. En la propiedad, tiempo gastado por el empleado al caminar dentro de las propiedades privadas;
4. En el recipiente, tiempo destinado a acomodar la basura en un recipiente adecuado de recolección en el interior del hogar. Esta operación requiere un trabajo



ficas de la ruta: tráfico, ancho de las calles, pendiente, etc. El área de recolección debe ser ajustada para completar la capacidad total del camión recolector.

En términos generales, existen dos sistemas típicos de operación para la recolección de basuras: recolección municipal y recolección por contrato. En la recolección por contrato, la municipalidad paga a una empresa o contratista para que ejecute el trabajo con el equipo propio. Tanto el sistema por contrato como el de recolección municipal tienen sus ventajas y sus inconvenientes. La recolección por contrato simplifica la labor municipal. Una vez adjudicado el servicio elimina la intervención política directa y por tratarse de una actividad particular puede operar por métodos de rendimiento comercial. En el Módulo V se especificarán con mayor detalle estos criterios, resaltando las ventajas y los inconvenientes del sistema por contrato.

La operación no puede estar ajustándose a requerimientos determinados o a urgencias periódicas, y es difícil la información en cuanto a cantidad, tipo de basura y otros, que permita tender hacia una mejor solución del problema. Por esto para obtener buenos rendimientos se hace necesario regularizar los días y horas de recolección en cada distrito, barrio o calle para acostumar a los moradores y facilitar la evacuación de los desperdicios de sus hogares. Así se evita que la basura se mantenga por horas en las calles, dando margen a la búsqueda de basureros ambulantes (en algunos países denominados cachureros o cirujas) o perros.

La organización de este sistema de recolección se divide en cuatro etapas:

- Manejo interno y domiciliario
- Recolección propiamente dicha
- Transporte
- Descarga

• **Manejo interno y domiciliario.**

El manejo interno en edificios, hospitales, fábricas etc., aunque es responsabilidad de los usuarios del servicio, la municipalidad debe regularlo para proteger la salud pública y para facilitar el servicio de recolección. En las casas habitación el usuario se las arregla para acumular su basura internamente y el municipio solo debe regular su presentación para la recolección que debe incluir según el caso:

- Tipo de recipientes permitidos y de envoltura y calibre de las bolsas de plástico, si procede
- Lugar de colocación, elevada en canastilla, en el suelo, etc.
- Horarios y días de recolección
- Si la recolección es selectiva se deberá especificar si la recolección se hará los mismos días, cuando el camión tiene compartimentos especiales, o si los componentes deberán sacarse en días diferentes. Se deberán especificar los colores también
- Prohibiciones.

En el caso de multifamiliares se deberán especificar las obligaciones del usuario de



2.2 Recolección selectiva.

Desde la publicación de la agenda 21, este tipo de recolección se ha implementado en casi todos los países desarrollados y en algunas ciudades de los países en desarrollo (ver en el Documento de Apoyo del curso el capítulo sobre la Agenda 21) Cuando el municipio decide llevar a cabo una recolección selectiva para reciclar materia orgánica o materiales reciclables, o ambos, los costos lógicamente suben pues el trabajo involucrado es mucho mayor. Los costos de recolectar la materia orgánica no deben ser mucho mayores que los US\$20 a \$40 por tonelada que cuesta la recolección convencional. Sin embargo cuando se recolectan materiales reciclables como cartón, papel, vidrio, hojalata, aluminio, plásticos, los costos suben mucho al grado que una tonelada recogida cuesta entre US\$ 150 a \$600, cuando la recolección la hace el municipio. El valor que tiene esa tonelada en el mercado de reciclables es de US\$ 50 a \$70 dólares. Por eso casi todos los proyectos de reciclaje deben ser subsidiados por el municipio u otras instituciones. Sin embargo la ventaja que tiene este tipo de proyectos es su alto impacto social ya que hacen participar a la población en la problemática del manejo de los residuos. A medida que mayor participación hay menores serán los costos de recolección.

Una de las ventajas que se tiene es la de proporcionar un trabajo digno a los segregadores que realizan esta labor de una manera informal en casi todas las ciudades de los países en desarrollo. Si a estas personas se las organiza de tal modo que la población haga la separación adecuada de los reciclables en el hogar y los saque solamente en ciertos días en que pasará el segregador con su carreta u otro equipo a recoger estos materiales, entonces los costos para el municipio disminuirán sensiblemente.

La recolección selectiva puede hacerse de varias formas

Recolección en un solo camión todo junto El camión de recolección tiene compartimentos para los reciclables y para la basura común (y si hay materia orgánica deberá tener otro compartimento) y todo se recoge al mismo tiempo. Para esto se requieren camiones especiales que tienen un costo relativamente alto. Los residuos comunes deben ser compactados y van en una caja normal. En la parte de adelante hay compartimentos separados de la caja compactadora. Los camiones de los países desarrollados que tienen esta característica difícilmente servirán en nuestros países ya que la calidad de la basura es muy diferente por lo que habría que hacer diseños especiales.

Recolección con dos camiones El camión compactador recoge los residuos comunes y otro camión no compactador recoge los reciclables. Esto puede hacerse el mismo día o puede hacerse por ejemplo haciendo pasar el camión compactador los días normales de recolección y el camión no compactador solo una vez a la semana para bajar costos.

Recolección y Transporte

adicional obligando al personal de limpieza pública a entrar a la casa y normalmente vaciar la basura a un recipiente liviano y de mayor tamaño, recipiente de traspaso, el cual se completa con varios servicios antes de llevarlo al camión,

5. En carga, tiempo usado en vaciar la basura en el vehículo transportador. Incluye el tiempo empleado desde la iniciación de la descarga hasta que el operario tiene totalmente vaciado el recipiente o ha completado la operación de descarga,

6. En espera, tiempo utilizado por el empleado en espera del camión durante la operación de carga, y

7. En descanso, tiempo improductivo del empleado (conversaciones o actividades personales) Este no incluye el tiempo indispensable a otros propósitos, como tiempo de alimentación en horas de trabajo, tiempo requerido para obtener combustible, tiempo de atención al público o a los supervisores

• **Transporte.**

La operación de transporte corresponde al tiempo empleado por el camión desde el momento que recibió la basura del último recipiente hasta que se vacía la basura del primer recipiente del siguiente viaje de recolección, excluyendo el tiempo empleado en la operación de descarga en el sitio de disposición final

• **Descarga.**

La operación definida como descarga corresponde al tiempo utilizado por el vehículo de recolección en el sitio de disposición final. Normalmente representa una pequeña proporción del tiempo total ocupado en la recolección. Depende fundamentalmente de dos factores: tipo de camión (sistema de descarga) y tamaño del área receptora disponible en el sitio de disposición final. Hay que destacar que tanto el tiempo empleado en la operación de descarga como en la de transporte es tiempo improductivo para el personal encargado de la recolección, siendo muy difícil encontrar un trabajo de reemplazo apropiado para estos obreros y que no perjudique la recolección. El tiempo gastado en la descarga varía dentro de límites relativamente bajos.

En todas estas etapas debemos considerar la operación llamada "fuera de ruta". Ella incluye las actividades relacionadas con el personal de la recolección, que no son productivas en relación con su trabajo, pero sí esenciales e inherentes al sistema, como, por ejemplo, el tiempo empleado por horas de comida, momento de descanso, atenciones menores del vehículo, abastecimiento de combustible, reuniones con supervisores, etc. Es de interés destacar que el tiempo promedio medio dedicado a la operación de recolección varía de 6 a 8 horas por día, incluyendo el tiempo de almuerzo.



por semana

La frecuencia de recolección de los residuos dependerá de las condiciones climáticas, la velocidad de generación de los residuos, del área socio-económica, entre los factores más relevantes, pudiendo ser su periodicidad diaria, tres veces por semana, dos veces por semana o semanal. Los costos serán función de esta periodicidad. Por ello la frecuencia de la recolección es un problema que debe ser estudiado en cada caso según las características locales. El período máximo entre las recogidas está dado por tres factores fundamentales:

- a) Tiempo para que la producción de desperdicios pueda almacenarse en un depósito de dimensiones convenientes
- b) Tiempo que tarda la basura en producir olores desagradables en condiciones medias de temperatura de la región en verano o en invierno
- c) Ciclo de desarrollo de la mosca (seis a siete días a la temperatura del verano). En sectores residenciales, la basura debe recogerse por lo menos tres veces por semana en verano y dos en invierno, aunque es preferible que sea diariamente. La recolección en hoteles y restaurantes tiene que ser diaria. En el caso de que la basura orgánica se recoja separada de los despojos, estos pueden ser recogidos a intervalos más distanciados.

2.4. Horarios de recolección.

Para poder alcanzar un mayor dinamismo del servicio se hace necesario elegir aquel horario en que exista menor intensidad de tráfico y cree menores problemas por impacto ambiental. Las circunstancias apuntadas coinciden con horarios nocturnos. Los residuos sólidos de tipo comercial se prestan mejor a una recolección diurna que debe coincidir con la de menor intensidad del tráfico. Siempre será importante trasladar estas características a las condiciones locales del municipio.

2.5. Variaciones estacionales en cuanto a la producción de desechos.

Es importante tener en cuenta que la producción de desechos es distinta en diferentes épocas del año. Las variaciones que experimenta el clima es uno de los factores más importantes que determina modificaciones en la producción de desechos ya que el factor climático actúa directamente sobre la abundancia de frutas frescas y verduras, la cantidad de vegetación en la ciudad, césped, árboles y arbustos en propiedades privadas, calles y parques. En algunas ciudades un importante factor asociado a la variación estacional es el número de turistas.

En grandes urbes latinoamericanas, existe una disminución en la producción de desechos en el período de verano, debido a que es un período de vacaciones y es mayor la cantidad de personas que sale de la ciudad que la que entra. En lo referente a su composición existe un aumento en la densidad en los residuos que se debe al aumento del

Recolección con apoyo de cooperativas de segregadores En este caso el camion compactador hace su recolección normal, y un segregador organizado según un plan pasa semanalmente a recoger los reciclables

Con centros o recipientes de acopio En este caso el camion recolector pasa normalmente por los residuos comunes y se pide a los usuarios que lleven los reciclables a centros de acopio distribuidos estratégicamente en la ciudad para que los usuarios no tengan que caminar mucho. Posteriormente los reciclables son recogidos periódicamente por un camion municipal o por los de la cooperativa de segregadores

Otros métodos Con base en lo anterior podrían idearse una infinidad de alternativas diferentes por el proyectista. Por ejemplo en México y en muchas otras ciudades se "toiera" que los recolectores de los camiones, segreguen la basura y vayan colocando los reciclables en el techo del camion o en los lados con bolsas amarradas, permitiéndose que el producto de la venta sea para el beneficio de la tripulación del camion recolector

Los principios básicos de diseño que se proporcionarían al alumno para la recolección convencional son aplicables a la recolección selectiva, si se tiene cuidado con las diferencias. Solo debe recordarse que

- La cantidad de reciclables que se pueden retirar del flujo de la basura varía de un 1% a un máximo de un 10% en América Latina, mientras que en los países desarrollados esto puede alcanzar hasta un 40%
- Que la materia orgánica que puede retirarse de la basura para compostear es de un 20 a un 40%
- Que la calidad de la basura varía según el estrato socioeconómico y que los costos de recolección selectiva se aumentarían en las zonas más pobres, requiriendo mayor subsidio. Esto es válido para los reciclables pero no así para la materia orgánica
- Que mientras más se logre la colaboración de la ciudadanía mediante campañas de promoción y capacitación en la separación de los residuos menor será el costo del proyecto
- Que mientras más se logre integrar y organizar a los segregadores informales en la recolección, menor será también el costo del proyecto

2.3. Frecuencia de la recolección.

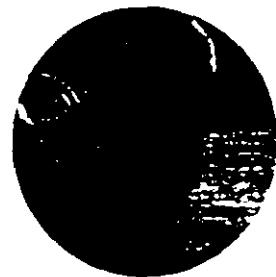
Se denomina así a la cantidad de veces que se realiza la recolección de residuos



Capítulo



*Sistemas de recolección domiciliaria
en América Latina y el Caribe*



consumo de frutas y verduras, disminuyendo el consumo de productos que vienen envasados ya sea en papel, plásticos, cartón o metal.

Las cifras expresadas en el siguiente cuadro representan la densidad de los desechos sólidos en las estaciones de verano e invierno y el promedio estacional.

DENSIDAD PROMEDIO VERANO Kg/m ³	DENSIDAD PROMEDIO INVIERNO Kg/m ³	DENSIDAD PROMEDIO Kg/m ³
187,09	163,75	175,42

2.6. Equipos de recolección.

Los equipos de recolección de residuos deberán elegirse teniendo en cuenta todos aquellos factores característicos de cada ciudad o área de recolección Tipo de residuos a recoger, capacidad del equipo, capacidad de compactación, contaminación por ruidos, relación tara-carga, tipo de zona de recolección o sector, calidad de las vías de comunicación etc, estos aspectos serán tratados a lo largo del módulo y son los parámetros a tener en cuenta para elegir el equipo adecuado. En los capítulos posteriores se analizarán con más detalle estos equipos.



1.1. Sistema tradicional de "recolección abierta".

Es el sistema más utilizado en América Latina que podemos definirlo como de "evacuación intermitente temporal". Los usuarios depositan sus basuras en recipientes de distinta naturaleza en forma desordenada, directamente en la calle. Este sistema generalmente obliga a una recolección diaria y no precisa de vehículos especiales, pero ocasiona frecuentemente dispersión de desperdicios en la vía pública. Por estar a menudo destapados los recipientes utilizados para depositar las basuras, son un lugar frecuente de alimentación de los animales vagabundos, y consecuentes efectos de deterioro de la calidad sanitaria de la población.

1.2. "Recolección por bolsas", sistema manual.

Una mejora sustancial del sistema de recolección abierta consiste en reemplazar los recipientes y receptáculos por bolsas de plástico. Con ello se consigue un ahorro notable de tiempo, aproximadamente de un 30%, ya que se evita tener que volver a depositar el receptáculo en el punto de recolección después de vaciarlo en el vehículo. Pero centralmente, si se lleva el sistema de modo adecuado, es evidente que se avanza en el mejoramiento de la higiene urbana y obviamente, en la estética. Se considera deseable que las bolsas no superen los 30 kg por unidad.

Este sistema presenta problemas típicos y familiares para todos. En primer lugar no sirve para la recolección de residuos de gran tamaño como tampoco para los residuos cortantes. En segundo término se produce una tendencia a la comercialización de bolsas que no cumplen con las normas de espesor mínimas precisas, siendo frecuente su rotura y consecuente inutilización para los fines previstos. Es común también que se desparrame su contenido al no ser cerradas adecuadamente por los usuarios.

En tercer lugar y debido a su costo, se ha comercializado mucho más la utilización de la bolsa de plástico que luego causa problemas a la hora de su eliminación en vertederos.

En grandes inmuebles, conductos de evacuación de basuras, se está empleando con mayor frecuencia aparatos que permiten el ensacado automático de la basura con cambio igualmente automático de ester una vez lleno, haciendo además una ligera compresión sobre la basura para un mayor aprovechamiento de la capacidad de la bolsa.

1.3. Recolección hermética mecanizada.

Los receptáculos de basura, durante años han sido la única forma de recipiente utilizado. Generalmente se fabrican de material plástico o goma y están provistos de una tapa para evitar olores desagradables y posibles daños ocasionados por los animales. Las bolsas de basura se depositan en estos receptáculos y con ello se evitan roturas y se protege la estética urbana. Para su manejo se precisa gran número de operaciones. La capacidad de los receptáculos de basura varía entre 30 y 150 litros.



1. Sistemas de recolección domiciliaria en América Latina y el Caribe

Se conocen por sistemas tradicionales de recolección aquellos en los que se recojen indiscriminadamente todos los residuos a excepción de los industriales o los que pueden contener componentes tóxicos en el lugar en que son producidos y sin ninguna compresión previa. Generalmente estará reglamentado el uso de bolsas.

Una vez producidos los residuos es importante la colaboración de los ciudadanos a los efectos de depositar los residuos en diferentes recipientes, para la posterior evacuación por parte de los camiones.

El hecho de que la recolección se realice desde el lugar de producción de los RSU no significa que el servicio que se ofrece a los ciudadanos siempre cubra todo el recorrido desde el domicilio hasta la planta de eliminación, vertedero o transferencia. De este modo podemos distinguir entre distintos tipos de recolección que suponen una mayor o menor colaboración ciudadana.

- **Recolección domiciliaria casa por casa de las bolsas de basura.** Es el servicio más completo que conlleva escaso trabajo a las familias o locales afectados, pero que requiere una abundante mano de obra.
- **Recolección semi mecanizada con baldes especiales por edificios o grupos de viviendas.** Solo se requiere el trabajo de colocación en los receptáculos.
- **Recolección mecanizada en contenedores especiales, por manzanas o recorridos de viviendas.** Supone un mayor trabajo de desplazamiento para el usuario y la disposición de espacio suficiente para la localización y fácil acceso a los contenedores, pero permite reducir la cantidad de trabajadores por camión de recolección, aunque en la medida en que no se compriman los RSU en el contenedor aumenta el número de vehículos. De forma más exigente que con los receptáculos, se requiere que este material cumpla unas normas estrictas de mantenimiento (desinfección periódica, etc.) y que los vecinos afectados colaboren con el servicio.

Se podrían adoptar más soluciones intermedias, pero lo importante a tener en cuenta es la relación que existe entre mecanización del servicio lo que puede representar un abaratamiento de los costes y mayor colaboración ciudadana, y la relación entre disminución de los tiempos de recorrido y mayores necesidades de material adicional.

Tres son los sistemas característicos en América Latina y el Caribe: de recolección abierta, por bolsas y hermetica mecanizada.



- **Maniobrabilidad:** El sistema de ruedas hace más fácil el manejo y la manipulación durante las operaciones de pre-recolección y recolección. Al permitir el vaciado automático mejora considerablemente las condiciones de trabajo del personal operario
- **Rapidez:** Las operaciones de recolección son más rápidas y se realizan en buenas condiciones de higiene y seguridad. Paralelamente la gran capacidad de estos contenedores permiten espaciar las prestaciones del servicio de recolección
- **Resistencia:** Por su calidad y diseño, este tipo de contenedores resiste mejor las inclemencias del tiempo así como los daños que puedan ocasionar los animales

La distribución de los contenedores se debe realizar en función del tipo de edificio, número de viviendas, personas que lo habitan, residuos que generan diariamente, etc. Sin embargo, para optimizar su uso es necesario que los camiones recolectores dispongan de equipo elevacontenedores, facilitar el acceso a los cuartos de basura en los edificios, y establecer un sistema de mantenimiento y limpieza de los contenedores

Muchos hogares cuentan ya con trituradores de basuras, instalados en los frezaderos de la cocina. Tales aparatos pueden eliminar los restos de alimentos, transformándolos en residuos semisólidos, lógicamente de menor volumen, pero que en todo caso no evitan la necesidad de la recolección de otro tipo de basuras, además actualmente no se recomiendan por las autoridades sanitarias ya que producen aparición de vectores sanitarios como ratas y una acumulación de materia orgánica en las depuradoras lo cual dificulta la actividad de las mismas.

Las ordenanzas municipales pueden exigir que los residuos de alimentos se desequen y envuelvan convenientemente, antes de colocarse en los recipientes de donde se han de recoger las basuras.

□ **Contenedores con cuatro ruedas:** Diseñados para recibir una mayor capacidad de carga, se fabrican tanto en polietileno inyectado de alta densidad como en chapa de acero galvanizado. Están equipados con los siguientes elementos.

- Cuatro ruedas giratorias, dos de las cuales tienen freno para inmovilizar el recipiente,
- Dos asas, una a cada lado, para facilitar el movimiento del contenedor y servir como dispositivo de enganche para su volteo y vaciado en el camión,
- Tapa con doble punto de agarre para su apertura y en ocasiones con dispositivo de cierre retornable,
- Tapon en el fondo para facilitar el vaciado o desague de líquidos



Recientemente, se empezó a utilizar en el centro de Europa esta modalidad que básicamente consiste en la utilización de receptáculos especiales con una capacidad de 120 litros y que aseguran un cierre prácticamente hermetico. Los recipientes tienen ruedas y un sistema de enganche normalizado para la elevación y vaciado automático por parte de los camiones. Los vehículos del servicio deben poseer en su parte posterior un dispositivo basculador hidráulico completamente automático con el que vierten el contenido de los receptáculos sobre una tolva cerrada, provista de una trampilla adecuada a la boca superior del receptáculo que se utiliza. Se observa la tendencia a que el mantenimiento del contenedor quede a cargo del propietario del inmueble.

Con este sistema se obliga a una normalización total de los recipientes utilizados por los usuarios, por lo que su implantación presenta al principio ciertas dificultades.

Este sistema tiene las ventajas indiscutibles de ser más higiénico, de una mayor limpieza al no verter desechos al suelo y de ser mucho más cómodo para los empleados del servicio, también disminuye la frecuencia del servicio a una vez por semana.

La recolección mecanizada resulta algo más cara por la inversión inicial que requiere. Sin embargo, al ser hermeticos los recipientes que se utilizan, se eliminan de las viviendas los olores desagradables y los gérmenes nocivos, mejorando el aspecto sanitario del manejo de los residuos. Este tipo de servicio pueden realizarse bajo dos formas de prestación y que denominaremos:

- *Servicio parcial*, en el cual los usuarios sacan los recipientes al paso de los vehículos y los operarios del sistema los retiran, facilitándose actualmente esta labor al ser en su mayoría de plástico.
- *Servicio completo*, donde el personal del vehículo va delante del mismo sacando los receptáculos de los "cuartos de basura" de los lugares de emplazamiento, mientras otro equipo de personal es el encargado de su vertido y posterior devolución de los receptáculos a su lugar de origen.

Los materiales más empleados para la fabricación de receptáculos para la recolección hermetica son el plástico o el metal galvanizado.

Los receptáculos metálicos tienen el inconveniente de la oxidación, su peso y del ruido que producen al ser manejados, por lo que deben insonorizarse con juntas de goma. Un receptáculo de metal de 70 litros, pesa 22,5 kgs contra 4,5 kgs que pesa el de plástico, ambos para un contenido de 15 kgs. de basura.

La capacidad de los receptáculos varía considerablemente según el tipo de vivienda. Los receptáculos redondos en material plástico son de 35, 50, 70, 90, 110 litros.

Este sistema, innovador y de probada eficacia, está imponiéndose rápidamente debido a sus características y ventajas indiscutibles, tales como:



□ **Contenedores de gran capacidad:** Pueden ser abiertos o cerrados, y en este caso cuentan con equipo autocompactor que permite una reducción de 2/3 del volumen de los residuos.

Construidos con chapas de acero reforzadas por largueros del mismo material, disponen de puntos de enganche delanteros y traseros que permiten su carga en vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "cadenas". Dadas las características de estos vehículos hay que prever su acceso a la plataforma en que están ubicados los contenedores.

Los receptáculos abiertos sirven para depositar residuos voluminosos (somnieres, electrodomésticos, muebles, etc.), así como escombros, embalajes y materiales diversos), mientras que los contenedores cerrados, que disponen de autocompactor, se utilizan en los grandes conjuntos de viviendas, mercados, hospitales, etc., para depositar los residuos ordinarios y actúan como pequeñas estaciones de transferencia reduciéndose el número de transportes hasta los centros de tratamiento. La capacidad de estos contenedores varía entre 5000 a 30000 litros.

□ **Contenedores para recolección selectiva:** Estos contenedores pueden tener diversas formas y generalmente se fabrican en polietileno inyectado de alta densidad.

Están concebidos para recibir exclusivamente un solo tipo de residuo: vidrio, latas, cartones o papeles, plásticos, etc., por lo que se instalan en sectores estratégicos de la ciudad para favorecer la recolección selectiva de aquellos residuos que es interesante someter a procesos de recuperación.

Se debe señalar que se hace necesario cada vez con mayor implicación por parte de los Municipios la normalización de los recipientes o bolsas a utilizar por los usuarios del servicio, por la influencia que ello tiene en el costo del servicio y en los sistemas técnicos y sanitarios a adoptar en la recolección.

A continuación y de forma general reflejamos unas tablas donde se pueden obtener datos sobre los tipos y tamaños de contenedores utilizados para el almacenamiento in situ de residuos sólidos y las aplicaciones típicas con sus limitaciones correspondiente.



Este tipo de contenedores presenta las mismas ventajas que los de dos ruedas pero debido a su gran capacidad y peso, se suelen utilizar cuando tenemos varias edificaciones de altura con densidad de viviendas elevada con el fin de que cada edificio utilice un contenedor y se reduzcan así los puntos de vertido facilitando el servicio de recolección. Es indispensable prever un sistema de mantenimiento y limpieza y para ello existen vehículos especiales equipados con un sistema de lavado automático. Su capacidad varía entre 600 y 1 100 litros.

1.4. Recolección de basura en grandes contenedores.

Dentro de una población existen numerosas áreas que generan basuras en cantidades demasiado grandes como para que puedan depositarse en el consabido recipiente de 100 litros de capacidad. Entre dichas áreas se cuentan las zonas públicas, como pueden ser parques, escuelas, hospitales, auditoriums, puertos deportivos, áreas comerciales, hoteles, industrias y mercados de diversos tipos. La mayoría de los municipios exigen de los usuarios de las áreas comerciales un pago especial por los servicios de recolección de basuras, o bien que contraten para dicha tarea a transportistas privados. El pago de tasas especiales en las áreas comerciales e industriales se justifica con el razonamiento de que su generación de residuos forma parte de la propia actividad mercantil e industrial y no debe ser objeto de subvención mediante la prestación gratuita de un servicio que se financia con los fondos procedentes de la recaudación general de impuestos.

Para este tipo de recolección se utilizan habitualmente los grandes contenedores. Estos suelen variar mucho de dimensiones, los primeros modelos que se emplearon se diseñaron para ser recogidos por un camión dotado de brazos elevadores, que los transportaba uno por uno hasta el punto de vertido. Posteriormente, se ha optado por emplear camiones con grandes cajas de carga provistas de una amplia abertura en la parte superior, por la que se vacían los grandes contenedores mediante unos brazos elevadores que lleva el camión, con lo que indudablemente se reduce el número de viajes hasta el vertedero. Algunos de los contenedores de mayor tamaño poseen un mecanismo propio o independiente de compactación, y otros han sido diseñados para ser llevados a remolque. Con respecto a los residuos comerciales e industriales es frecuente que se exija a las empresas la adquisición de sus contenedores propios así como su mantenimiento en buen estado. El empleo de contenedores de grandes dimensiones ha permitido mejorar las condiciones de recolección en áreas donde se generan volúmenes excesivos de residuos y desechos. En épocas pasadas esas basuras se diseminaban por toda la zona, ensuciando los terrenos y favoreciendo la aparición de ratas, moscas, perros callejeros y otros animales molestos o peligrosos.



Tabla 2: Aplicaciones típicas y limitaciones de los contenedores utilizados para el almacenamiento *in situ* de residuos sólidos.

Tipo de contenedor	Aplicaciones típicas	Limitaciones
Pequeño contenedor plástico metal galvanizado	Fuentes de residuos de volumen muy bajo tales como viviendas individuales, caminos en parques y pequeños establecimientos de comercio aislados Zonas residenciales de baja altura con servicio de recolección setout	Con el paso del tiempo se dañan y se degrada el aspecto y la capacidad de los contenedores. Los contenedores añaden peso extra durante la operación de recolección y no son suficientemente grandes como para recoger artículos voluminosos
Bolsas de papel	Casas aisladas con servicio de recolección setout puede usarse solo o como forro dentro de un contenedor doméstico Zonas residenciales	El almacenamiento en bolsas es más caro Si se colocan las bolsas en la calle o en la acera los perros la rompen o esparcen su contenido
Bolsas de plástico desechables	Casas aisladas con servicio de recolección Puede usarse solo o como forro de contenedores domésticos y de almacenamiento Útiles para residuos de comida húmedos dentro de contenedores domésticos y comerciales Zonas residenciales de altura baja y mediana, zonas industriales y comerciales	El almacenamiento en bolsas es más caro y las bolsas se rompen fácilmente produciendo caída de basura y condiciones desagradables Con clima muy frío las bolsas se fragilizan provocando su rotura y la durabilidad del plástico produce problemas posteriores de evacuación Las bolsas se estiran y se rompen en climas calientes
Contenedor mediano	Fuentes de residuos de volumen mediano que también pueden incluir residuos voluminosos Debe seleccionarse la localización para el acceso directo de los camiones de recolección Zonas residenciales de alta densidad zonas comerciales e industriales	La nieve dentro de los contenedores forma hielo, que disminuye la capacidad y aumenta el peso Es difícil llegar a los contenedores después de nevadas fuertes
Contenedor grande	Zonas comerciales de altos volúmenes Residuos voluminosos en zonas industriales, zonas rurales de baja densidad La localización debería estar en una zona cubierta pero con acceso directo para los camiones	Los costes iniciales son altos La nieve dentro del contenedor baja su capacidad
Contenedor Compac	Zonas comerciales de volúmenes muy altos	El coste inicial es muy alto, y de difícil descarga en lugar de evacuación

Tabla obtenida del capítulo siete del libro "Gestión integral de residuos sólidos", G. Tchobanoglous, H. Theisen y S. Vigil



Tabla 1: Datos sobre los tipos y tamaños de contenedores utilizados para el almacenamiento *in situ* de residuos sólidos

Tipo	Unidad	Rango	Tipico	Unidad	Tipico
<i>Pequeño</i>					
- Contenedor, plástico o metal galvanizado	Litros	75-151	114	cm	51D 66A (114 l)
- Baml, plástico, aluminio o fibra	Litros	76-246	114	cm	idem
- Bolsas de papel desechables estándar	Litros	76-208	114	cm	38An 30P 102A(114 l)
- Bolsas de papel desechables resistentes a escapes	Litros	76-208	114	cm	46An 38P 102A(114 l)
- Bolsas de papel desechables a prueba de escapes	Litros	76-208	114	cm	76An 102A (114 l)
<i>Mediano</i>					
- Contenedor	Litros	765-7 650	3 059	cm	183An 107P 165A (3 059 l)
<i>Grande</i>					
- Contenedor descubierto, roll off (también llamado cajas de escombros)	Litros	9 176-38 235	-b	m	2 45An 1 83 A 6L (26 7650 l)
- Contenedor utilizado como compactador estacionario	Litros	15 294-30 588	-b	m	2 45An 1 83 A 5 49L(22 941 l)
- Contenedor equipado con mecanismo propio de compactación	Litros	15 294-30 588	-b	m	2 45An 1 83 A 6 71L(22 941 l)
- Contenedor montado en trailer descubierto	Litros	15 294-38 235	-b	m	2 45An 3 66 A 6L(26 765 l)
- Contenedor montado en trailer cerrado equipado con mecanismo propio de compactación	Litros	15 294-30 58	-b	m	2 45An 1 83 A 7,32L(26 765 l)

D= diámetro A= altura L= longitud An= anchura P= profundidad El tamaño varía según las características de los residuos y las condiciones locales. Tabla obtenida del capítulo 7 del libro "Gestión integral de residuos sólidos", G Tchobanoglous H Theisen S Vigil

1. Equipamiento para la recolección.

Una vez que los residuos sólidos urbanos han sido depositados en los tipos de recipientes descritos en el apartado anterior, se procederá a su carga en vehículos adecuados denominados reductores y serán transportados a los centros de tratamiento o al vertedero controlado

1.1. Vehículos recolectores.

El equipo de recolección de residuos sólidos domésticos varía de modo significativo en cuanto a tamaño y características. La capacidad influye fundamentalmente en el costo de la recolección. La altura de la carga debe ser tal que permita una operación cómoda, sobre todo si la carga es manual. Existen varios tipos de vehículos para la recolección de basuras: camión abierto, camión cubierto y camión con compactación, entre los más relevantes. Estos dos últimos se diferencian como veremos en que uno de ellos dispone de un sistema de compactación mecánica.

Los principales vehículos utilizados en la operación de recolección y transporte de los residuos urbanos son los siguientes:

□ *Camión recolector con caja compactadora*

Estos vehículos están equipados con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y un dispositivo de compresión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos.

La caja compactadora suele estar construida con chapas de acero especial, de alta resistencia a la abrasión y a la corrosión, reforzada con vigas y tirantes de acero de gran resistencia y montada sobre un bastidor de soporte sumamente sólido.

El vaciado de la caja compactadora se realiza generalmente mediante una placa de expulsión accionada por un circuito hidráulico.

Los camiones recolectores-compactadores pueden ir equipados con un elevador de contenedores que se adapta a los diversos tipos normalizados de 2 o 4 ruedas facilitando la recolección hermética.

Este tipo de vehículo presenta las siguientes ventajas:

- Reducción del coste del transporte por tonelada.
- Reducción del tiempo de recolección.
- Al ser la caja hermética se mejoran las condiciones higiénicas, estéticas y de seguridad del servicio prestado.

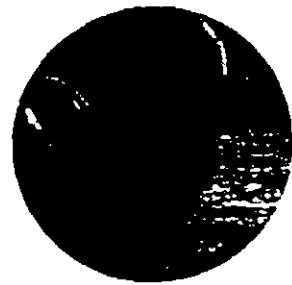
La capacidad normal de estos vehículos oscila entre 6 y 25 metros cúbicos, es decir de 2 a 13 toneladas de residuos. La carga a este tipo de vehículo puede realizarse de forma manual o mecanizada.

Recolección y Transporte

Capítulo



Equipamiento para la recolección



tomar una decisión sobre el tipo de vehículo teniendo en cuenta consideraciones económicas, higiénicas, estéticas y de seguridad en el servicio, es decir, que es importante para conseguir un rendimiento óptimo un vehículo recolector, que reúna las siguientes características:

- Rapidez de absorción de la basura
- Llenado máximo y facilidad de vaciado
- Tolva de carga que permita asegurar las operaciones de volcado de los recipientes fácilmente y en las mejores condiciones de higiene
- Funcionamiento silencioso
- Estanqueidad, estabilidad, facilidad de mantenimiento y de lavado
- Reparto correcto de las cargas sobre los ejes
- Seguridad

Con las consideraciones hechas es importante decir que una de las opciones que parece cumplir todos estos requisitos es el tipo de camión cerrado con compactación mecánica, el cual permite aumentar enormemente su capacidad y un rápido vaciado de la basura. Entre las ventajas del camión con compactación mecánica pueden citarse altura relativamente baja de las bocas de carga, aumento de la densidad de basura por compactación y un aspecto estético compatible con una operación de este tipo. Sin embargo, el chasis del camión debe ser mucho más resistente para soportar la basura y el peso que significa el mecanismo de compactación. Se sugiere que antes de seleccionar el tipo de camión se soliciten propuestas públicas a fin de estudiar y analizar la bondad de uno en relación con los otros y decidir por el que más convenga a la comunidad, de acuerdo con las condiciones locales que imperen en la población a la cual va a servir. Es recomendable mantener una sola marca en equipos para facilitar el mantenimiento.

La capacidad de los camiones recolectores varía enormemente; existen camiones abiertos con capacidad para 15 m³ a 16, o más y camiones con compactación mecánica varían en capacidad de 7 m³ como máximo.

1.2. Tipología de tolvas de los camiones recolectores.

El conocimiento del tipo de tolva del vehículo recolector es importante ya que es uno de los factores que inciden sobre los tiempos y el rendimiento de la recolección. Por la importancia que tienen se presenta una descripción detallada de tres tipos diferentes de Tolvas.



Camión recolector con caja cerrada sin compactación

Las características técnicas de la caja son similares a las anteriores en lo referente a corrosión y estanqueidad, pero no disponen de mecanismo compactador por lo que su capacidad de carga es más reducida, ya que no existe en este caso compactación.

Suelen utilizarse en pequeños núcleos urbanos con poca generación de residuos, mientras que en ciudades de mayor entidad se emplean para la recolección de restos de arbolado y residuos de la limpieza de la vía pública.

Camiones para contenedores de gran capacidad

Son vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "cadenas", para poder levantar y depositar los grandes contenedores sobre el chasis del camión para su transporte al Centro de Tratamiento.

Camiones de caja abierta

Este tipo de vehículos se suele utilizar en áreas rurales donde el volumen de residuos es muy reducido y no se dispone de suficientes medios económicos para realizar un servicio adecuado.

En las áreas urbanas, este tipo de camión suele utilizarse para la recolección de residuos voluminosos como somieres, electrodomésticos, muebles, etc.

El camión abierto no es el más apropiado, y en todo caso debe ser operado para evitar esparcimiento de basuras, aconsejándose disponer de toldos fácilmente plegables y limitar la altura de la baranda para que el camión no se sobrecargue. Deben operarse con mucho cuidado con el propósito de evitar al máximo las condiciones de desagrado que produce este tipo de acción.

El camión cubierto, con una, dos o más puertas correderas para la carga, soluciona algunos de los inconvenientes que originan los camiones abiertos y aun permite disminuir el tiempo de descarga si se emplea un mecanismo que empuje la basura en el momento del vaciamiento en el sitio de disposición final.

Otros tipos de vehículos

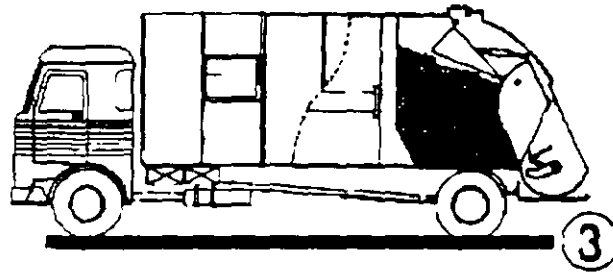
Dentro de este concepto se incluyen los carros, remolques, volquetes, etc., que son movidos por tractores. Generalmente se usan en el medio rural donde el volumen de residuos generados es muy pequeño.

Este tipo de vehículos presenta iguales inconvenientes que los camiones de caja abierta pero indiscutiblemente prestan un servicio a costos mínimos en áreas rurales de población muy dispersa o de poca densidad demográfica.

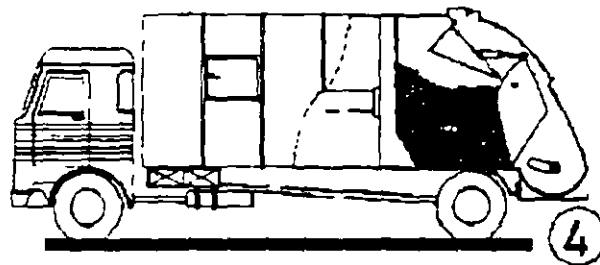
Una vez analizados los diferentes tipos de vehículos, sus ventajas e inconvenientes, debemos recordar que cada municipalidad tiene que analizar todos los factores antes de



Fase 3:



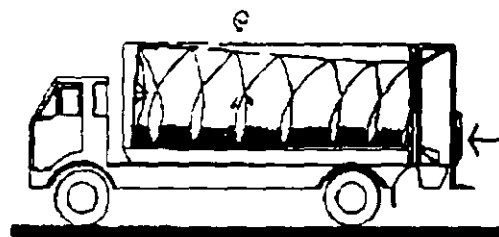
Fase 4:



□ *Tolva Kuka*

La basura se vacía en la abertura trasera de un tambor giratorio, de forma tronco cónico y con helice en el interior (ver figura 2). La rotación de dicho tambor y la forma que tiene, van empujando los residuos hacia el interior, y al mismo tiempo los compacta. Para descargar la tolva simplemente se la hace girar en sentido inverso. Los grados de compactación que se alcanzan son similares a los que se obtienen con la tolva Heil. Este tipo de tolva afecta a los tiempos de recolección por el hecho de existir una boca de carga angosta, lo que no permite que más de dos recolectores vacíen los receptáculos al mismo tiempo y además posee una altura de carga mayor que la tolva Heil. Un punto a su favor es su operación continua de compactación con vehículo en movimiento.

Figura 2



□ *Tolva Heil.*

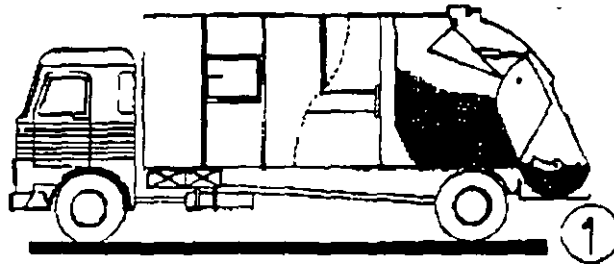
La basura es depositada en un receptaculo trasero, de donde es empujada al interior de la tolva por una placa movable, mientras otra impide que se devuelva la que esta en el interior. Estas placas ademas de empujar los desperdicios dentro de la caja, la van compactando. Un dispositivo relativamente nuevo es la placa eyectora, que es una plancha que tiene la propiedad de deslizarse y cumple dos funciones

Ayuda a aumentar la compactacion de la basura, ayuda a bajar la basura (Ver Figura nº 1)

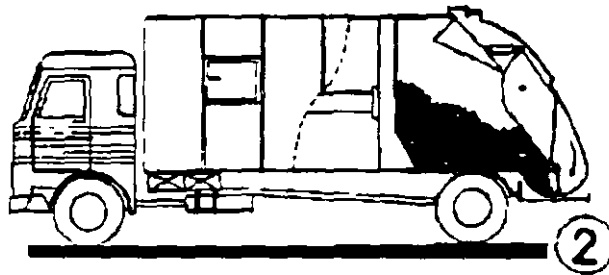
Para vaciar la basura la plancha se desliza desde el fondo de la caja hacia atras sin tener que levantar toda la tolva, como ocurría en los modelos antiguos, con riesgo de volcarse el camion en los vertederos de basura por desplazamiento del centro de gravedad. Este tipo de tolva afecta los tiempos de recolección propiamente dicha, por esto es necesario detener el vehiculo para efectuar la compactación

Figura 1: Fases de funcionamiento de la tolva Heil

Fase 1:



Fase 2:



1.3. Características del equipo de recolección.

El equipo mecánico que emplee el servicio de recolección ha de ser lo suficientemente robusto para resistir la dureza que caracteriza a estos trabajos. Los vehículos tendrán que circular por caminos buenos y malos, si tienen que llevar las basuras hasta los vertederos de relleno controlado tendrán que utilizar normalmente malas carreteras, con el consiguiente desgaste y daño de las cubiertas y posibles deformaciones por torsión de chasis y bastidores. Todos los elementos mecánicos deben mantenerse en buen estado de servicio, dispuestos a operar en terreno desigual y pendiente. Si en la población nieva, será frecuente que estos vehículos tengan que participar también en las operaciones de retirada de nieves.

La política a seguir debe orientarse a lograr que los equipos funcionen lo mejor posible y al costo más bajo que las circunstancias permitan, debiéndose procurar que los operarios que los manejan no pierdan la confianza que deben tener en tales elementos mecánicos.

En relación a las carrocerías y cajas de carga de basuras, se deben tener en cuenta el volumen y capacidad de la caja que se ha de colocar sobre el chasis del camión de recolección de basuras ya implica una decisión que también ha de adaptarse en cada caso y para cada localidad. Estas dimensiones dependerán

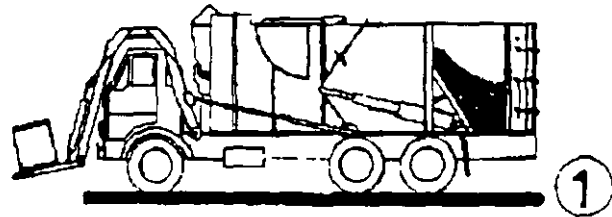
- De la cantidad de basuras que se hayan de recoger en el recorrido y que aseguren una carga completa o casi completa del vehículo en una jornada laboral de tipo medio,
- Del número de obreros que participen en la operación, y
- De la anchura de las calles o caminos del recorrido.

El camión con carrocería diseñada para su completo manejo por una sola persona puede resultar muy eficaz en aquellas comunidades locales que tengan la suerte de contar con un servicio de recolección en las aceras de las fachadas principales, es decir, donde no se necesita de un personal que tenga que ir hasta las puertas traseras de las viviendas a recoger los recipientes de basura. Hay quien afirma que si los recipientes de basura se colocan en los bordillos de las aceras, con un camión diseñado para este tipo de operación y manejado por un solo operario pueden conseguirse unas cifras de rendimiento del orden del 70 % de las correspondientes a la cuadrilla formada por un conductor y otros dos operarios que lleven un camión de tipo más convencional. Por otra parte, este tipo de equipo en que el conductor se encarga por completo de las operaciones de recolección de un distrito o itinerario puede fomentar el sentido de responsabilidad del personal que realiza el servicio.

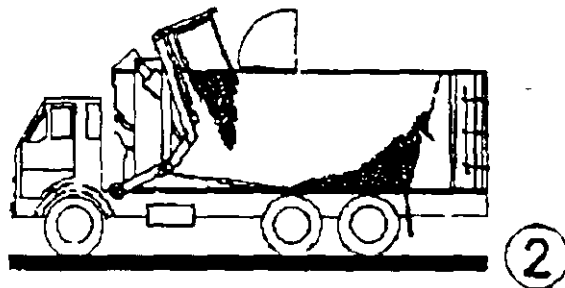
□ *Tolva Leach Front Loader*

Un receptáculo que va en la parte delantera del camion es tomado por dos brazos hidráulicos, que lo levantan por sobre la cabina y lo vacían por arriba en la tolva, donde una placa accionada por un hidráulico se encarga de compactar los desechos (figura 3)

Figura 3



Fase 1a. de operación de la Tolva Leach Front Loader



Fase 2a. de operación de la Tolva Leach Front Loader

Las ventajas de este sistema son:

No hay operador para realizar el levantamiento del contenedor para volcarlo en el camion

- Mayor rendimiento de la recolección
- Mayor velocidad en la recolección
- Mejor calidad del servicio de recolección

Como inconvenientes podemos destacar:

- Mayor costos de implementación
- Dificultad de maniobrar en zonas de alta concentración de viviendas
- Necesidad de volúmenes altos de basura para optimizar su rendimiento

1. Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.

Hay factores que por su incidencia en los costos del sistema de recolección y por la repercusión a nivel social merecen una consideración especial. A continuación abordamos los más frecuentes.

1.1. Itinerarios de recolección.

Los costes operativos de los itinerarios de la recolección suelen presentar un valor importante dentro de la gestión de los residuos. El estudio de los itinerarios y sus características facilitará mejorar su eficacia y por consiguiente la gestión de los residuos.

En un determinado momento muchas personas expresaron su confianza en que el potencial analítico que ofrece el ordenador electrónico permitiría la obtención de itinerarios de recolección de basuras que dieran un máximo de eficiencia al servicio y redujeran los costes operativos al mínimo posible. Algunos expertos en computadoras intentaron preparar modelos de programación que proporcionaran soluciones adecuadas. Pero pronto se advirtió que el gran número de variables en juego (ancho de vía, sentido e intensidad del tráfico, pendientes, etc.) y la dificultad de su respectiva evaluación hacían que no resultase práctico este método de entocar el problema.

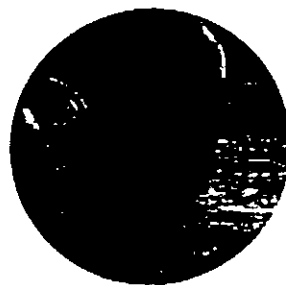
La alternativa que queda consiste en estudiar los itinerarios conjuntamente con los administradores de la entidad municipal utilizando al máximo los conocimientos y la experiencia de quienes en la práctica han realizado estas tareas. Se trata -como se indica en un reciente informe elaborado por la EPA- de lo que se conoce con la denominación de «determinación heurística de itinerarios» («heuristic routing»), que puede definirse como «un proceso intelectual, lógico y de sentido común, que a través de la experiencia permite organizar ideas, conceptos e información con vistas a obtener una solución o resultado útil». Se reconoce abiertamente que quienes son responsables de la realización del trabajo son precisamente los que están en mejor posición para introducir mejoras en los itinerarios, sin más que atenerse a unas pocas reglas y directrices lógicas.

Quiénes llevan a cabo estos estudios emplean términos tales como los de macrorecorridos y microrrecorridos. El primero se refiere a las áreas o distritos cubiertos por los itinerarios de recolección y el segundo a cada itinerario concreto que dentro de un distrito determinado, seguirá el camión de que se trate y la cuadrilla que va con él. La expresión macrorecorrido también puede aplicarse al conjunto de los itinerarios asignados al conjunto de las cuadrillas diariamente. Si la política del municipio consiste en efectuar una sola recolección a la semana -y son numerosas las comunidades locales que operan con esta frecuencia- a la cuadrilla puede asignarsele un recorrido distinto para cada día laborable.

Capítulo



*Factores incidentes en el proceso
de recolección y transporte de R.S.U.*



Capítulo 4 Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.

En lo que se refiere a la determinación de itinerarios concretos (microrrecorrido), las reglas heurísticas de la EPA pueden proporcionar una orientación constructiva al administrador de los servicios de recolección y eliminación de residuos sólidos. Veamos esas reglas ligeramente retocadas en su redacción:

- Limitar cada itinerario a un área que sea lo más «compacta» posible. No fragmentar ni superponer itinerarios. Igualar las cargas de trabajo, de modo que resulte razonablemente equiparado el tiempo invertido en cada recorrido de recolección y acarreo.
- Iniciar el itinerario de recolección en el punto más próximo posible al garaje o centro de operaciones, teniendo siempre en cuenta la existencia de calles de tráfico intenso y de dirección única.
- Evitar que la recolección en las calles de más circulación tenga lugar a las horas de mayor intensidad de tráfico. Si en el área predominan las calles de dirección única conviene iniciar el itinerario en uno de sus extremos y que discorra «rizos» aprovechando las calles transversales, como se indica en la siguiente Figura nº 4.
- Incluir las calles sin salida en el área de recolección de las calles que las cruzan. Programar la recolección de forma que los camiones cambien de dirección mediante giros a la derecha. Ello resulta especialmente importante cuando se trata de camiones que no llevan más operario que el conductor y este va sentado a la derecha de la cabina.
- Cuando se trate de un área con cuestas empinadas, iniciar en lo posible la recolección en el punto de máxima elevación. Recoger las basuras de ambos lados de la calle mientras el vehículo circula cuesta abajo. Este procedimiento mejora la seguridad de la operación, reduce el desgaste del vehículo y ahorra combustible y lubricantes.
- Para facilitar la recolección a ambos lados de la calle en el mismo recorrido conviene programar los itinerarios siguiendo rutas largas y rectilneas, intentando atravesar la vía perpendicular a la dirección que llevamos antes de girar para retroceder haciendo «rizos», generalmente en el sentido de las agujas del reloj. En la figura siguiente se observa las maniobras aconsejadas, sin olvidar que es importante la realización de un estudio «in situ», es decir debemos recorrer la zona con el objetivo de identificar los puntos críticos.

Estas reglas generales resultan más aplicables cuando se trata del sistema normal de trazado de calles en cuadrícula. Pero actualmente son pocas las calles de nuevo trazado que se ajustan a este modelo de forma tan estricta y constante como en otras épocas, por lo que con trazados de calles en curva, por ejemplo, tanto los directivos como los operarios que realizan el servicio deberán prestar aún mayor atención en la particular manera en que se efectuara cada recorrido.



Capítulo 4 Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.

1.2. Turnos y horarios.

La comunidad tiene la expectativa que el servicio de recolección de basuras se realice con regularidad y eficiencia, preferiblemente, a una hora concreta del día, y que cuando pase la cuadrilla no quede basura alguna detrás de ella. Sin embargo, esta exigencia de regularidad puede perjudicar al grado de eficacia con que se desempeña el servicio, puesto que las cantidades de basura varían de una a otra recolección y puede darse el caso de que el camión esté ya casi lleno, o lleno del todo, antes de terminar su recorrido. Precisamente, para mitigar este posible problema pueden adoptarse ciertas técnicas

La más generalizada, indudablemente, consiste en distribuir el trabajo de recolección a destajo. A cada cuadrilla se le asigna un itinerario o ruta específico que viene a requerir normalmente una jornada laboral. La cuadrilla regresa a su base de partida en cuanto termina su recorrido, lava el camión y sus componentes dando por concluido el trabajo. Este método fomenta la rapidez de actuación, lo que satisface a los usuarios y conviene a los obreros. Sin embargo, también puede favorecer el apresuramiento excesivo de los obreros en la realización de la tarea, que se ejecutara de forma más descuidada, con más posibilidades de accidentes y vaciando los recipientes de forma desordenada

La designación de una cuadrilla formada por un número variable de operarios puede servir para compensar, según los días, la existencia de volúmenes mayores o menores de basura en sus recorridos. Prestando atención a las cantidades recogidas, el administrador del servicio puede prever los posibles incrementos en días sucesivos, lo que le permitiera destinar al personal que convenga en cada caso

El método de relevo entre itinerarios proporciona una forma de adaptarse a las variaciones de cantidad de las basuras. El conductor de un camión de recolección comunica a su superior, por radio o por teléfono si al terminar su recorrido resulta que el vehículo no está lleno del todo. Entonces puede recibir la orden de dirigirse al extremo final de otro itinerario en que aun no se haya terminado la recolección, para que inicie allí su recorrido en sentido inverso, hasta encontrarse con la cuadrilla que tiene asignado tal itinerario. Lo mismo sucede en el caso en que el conductor observase que en su ruta existe tanta basura para recoger que sobrepasara la capacidad de llenado de su camión. En dicho caso podrá comunicarlo al centro de mando solicitando ayuda.

El método del itinerario de reserva constituye otro medio de utilizar el equipo con la mayor eficacia. La jefatura del servicio selecciona de tres a cinco itinerarios en torno a una ruta central y considera este conjunto como una sola unidad. Cada cuadrilla trabaja siguiendo su propio itinerario, moviéndose de modo constante hacia el centro en cuestión; y cuando llegan, entre todas recogen las basuras de la ruta central.

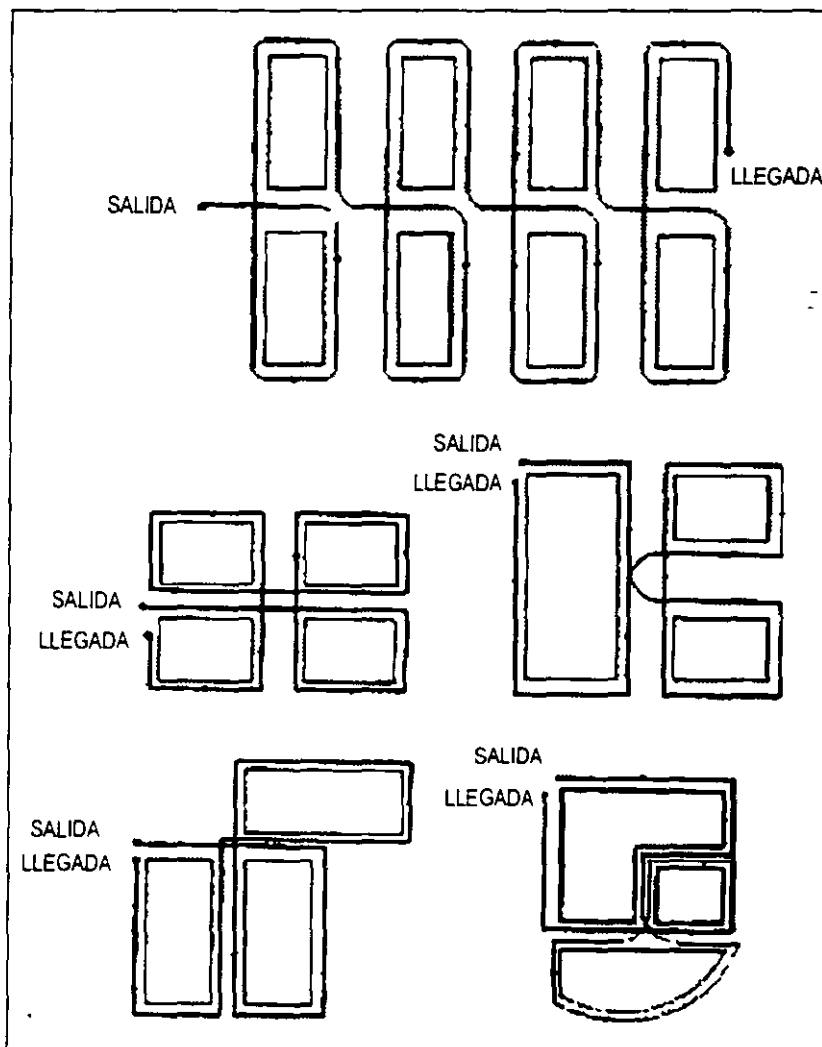
Naturalmente, los métodos aquí descritos no son los únicos que pueden seguirse en la programación de las cuadrillas de recolección. Es posible que existan variantes capaces de dar buenos rendimientos, al tiempo que proporcionen al usuario el servicio de recolección regular y seguro de que desea disponer. Los estudios de tiempos y



Cuando se trata de áreas céntricas de poblaciones grandes es necesario que la retirada de los desechos voluminosos se efectúe sobre la base de un sistema cuidadosamente organizado. Los residentes de estos barrios tienen menos oportunidad de transportar los desechos hasta los puntos preestablecidos para la descarga de residuos voluminosos, situados generalmente en el extrarradio o periferia del núcleo urbano. Además, es frecuente que los residentes con ingresos escasos carezcan de recursos suficientes para acarrear estos desechos asumiendo su costo.

En la siguiente figura reflejamos algunas soluciones de itinerarios usualmente utilizados.

Figura 4: Organización de itinerarios



Capítulo 4 Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U

contribuyan a su cuidado personal y por ende familiar. Debe ser perentoria la orden de evitar el "cachureo o cirujeo", es decir la extracción de material recuperable de la basura por sus potenciales efectos insalubres.

El numero de operarios por vehiculo transportador de basura depende de una serie de factores, tales como numero de recipientes por localidad, densidad de la población, características del distrito, tiempo disponible para la recolección y transporte al sitio de disposición final, numero de viajes por día, tiempo necesario para la recolección propiamente dicha (hombres-minuto por tonelada de basura, tiempo que demora un hombre en recolectar una tonelada de residuos) y tamaño del vehiculo recolector.

Generalmente se emplean, dos o tres hombres y ocasionalmente cuatro, por vehiculo. En este ultimo caso, un hombre trabaja a cada lado del camion para manipular los recipientes y el tercero los descarga en el vehiculo. El cuarto operario es el chofer. Esta disposición se justifica solo en un distrito de alta densidad de población en el cual los recipientes son colocados en la acera, lo que permite una manipulación del orden de 500 unidades por día y operario. En cambio, si los recipientes estan en el interior de la casa, el rendimiento disminuye a unas 200 a 300 unidades por día y operario.

El numero de operarios por cuadrilla no puede ser normalizado, por cuanto depende de los factores a los cuales se ha hecho mención y debe ser estudiado en cada caso particular segun las condiciones locales.

1.5. Eficacia de la labor de recolección.

La comunidad local puede adoptar una serie de medidas tendientes a obtener un mayor rendimiento por dolar invertido y, al propio tiempo, seguir manteniendo un elevado nivel en la prestación del servicio. Algunas de estas medidas requieren la cooperación del público -del residente en la casa o encargado del establecimiento mercantil- y otras exigen un estudio y análisis previos por parte de los encargados de la administración del servicio. Veamos cuales son las medidas en cuestión:

- Un mejor y mas eficaz almacenamiento de la basura en el lugar de su recolección (requiere la cooperación del residente).
- Colocación del receptáculo o recipiente de la basura junto al bordillo de la acera o en la calle trasera, manteniendo una adecuada alineación (requiere la cooperación del residente)
- Empleo de bolsas de plástico o papel para sacar la basura, con objeto de facilitar la recolección (requiere la cooperación del residente).
- Atado o envoltura de las basuras de jardines y corrales, formando unos fardos o manojos fáciles de manejar, si es que tales residuos no pueden colocarse en recipientes (requiere la cooperación del residente).
- Organización de itinerarios mas eficaces para los vehiculos de recolección (requiere previo estudio técnico).



movimiento en cada uno de los itinerarios, la cuidadosa anotación de las cantidades de basura que se recogen y la introducción de un sistema de incentivos en el trabajo serán otras tantas medidas que han de contribuir sin duda a mejorar el servicio prestado.

1.3. Recolección de residuos sólidos en zonas rurales.

En América Latina y el Caribe, con el continuo avance del proceso de urbanización, las áreas que hasta hace poco eran netamente rurales comienzan ya a plantear problemas de eliminación de residuos sólidos. En el pasado, cuando su población aparecía todavía demasiado diseminada para justificar el establecimiento de servicios de recolección de basuras casa por casa, la mayoría de las entidades locales afectadas se limitaron a señalar unos puntos o lugares de vertido a los que los propios residentes de la zona podían llevar sus basuras y desechos. Tal sistema jamás dio resultados plenamente satisfactorios. La suciedad era cosa corriente, como lo eran las ratas, las moscas e incluso los incendios, factores todos ellos capaces de crear situaciones peligrosas.

En muchos casos la solución de este tipo de problemas consiste en sustituir los vertederos abiertos por grandes contenedores cerrados, situados estratégicamente, que se recojan y descarguen con una determinada regularidad; por ejemplo, una vez por semana. Para ello debe seleccionarse con cuidado el tamaño del contenedor que mejor se adapte a este tipo de operaciones.

1.4. Personal del servicio.

El personal de los servicios de recolección ya no debe reclutarse entre los obreros menos cualificados sobre todo si se implanta el sistema que tanto éxito tiene, de emplear una sola persona para realizar la operación completa. Estos operarios deben superar unas estrictas pruebas físicas, deben poseer permiso de conducir y siempre que sea posible, deberán contar con el incentivo que supone el ascenso a puestos de más categoría dentro de los servicios municipales. Es importante elevar el nivel de los recolectores a través de la capacitación permanente a efectos de compenetrarlos de la importancia del servicio que prestan a la comunidad. Así mismo la capacitación del personal les permitirá desarrollar toda una carrera, lo que es también conveniente para la empresa o municipalidad ya que los últimos escalones de la carrera serán ocupados por personal de vasta experiencia y capacitados para solucionar por iniciativa propia y solvencia los potenciales problemas o imprevistos que puedan presentarse. Algunos estudios recomiendan que este personal se reclute entre personas con una media de edad de 27 años, pero tal política podría plantear problemas por entrañar una práctica discriminatoria.

El cuidado de la seguridad personal será central en este tipo de trabajo. Los trabajadores deben contar con uniformes, incluyendo guantes y en la estación o zona de servicio debe garantizarse la existencia de una sección destinada a guardarropa. Se deberá contar también con condiciones mínimas para posibilitar la higiene del personal (servicios de agua fría y caliente). Es importante promover el conocimiento de normas que

Capítulo 4 Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.

B) Ubicación del receptáculo, por costumbre la ubicación del receptáculo es en la vereda, esto hace que el tiempo de recolección sea menor.

En los sectores donde existen pasajes, el camión recolector debe maniobrar dificultosamente, ya que existe una sola vía, la cual hace aumentar los tiempos de recolección.

El comercio en un gran porcentaje presenta sus residuos de la misma forma que lo hace el sector residencial.

En las industrias los recolectores deben dirigirse al interior para retirar y luego a dejar los receptáculos, lo que trae consigo una disminución en los rendimientos.

C) Número de recolectores, en general no hace variar el rendimiento, lo que sí incide es la edad de los recolectores, ya que en general ella determina su estado físico.

D) Densidad de desecho por kilómetro, ya que determina la cantidad aproximada de receptáculos lo que influye directamente en los tiempos de recolección.

E) Tipo de zona o sector, pues de él depende la localización de los receptáculos como también la cantidad de desechos producidos. Tan importante como lo anterior es la topografía existente, ya que si no es plana demanda mayor tiempo.

F) Calidad de las vías de circulación, ya que incide en la vida útil de los vehículos y en la probabilidad de accidentes.

G) Hora en que se realiza la recolección, en las de mayor movimiento vehicular.

En las zonas residenciales e industriales no existe mayor problema al adoptar cualquier hora, pero en las zonas comerciales la recolección debe ser hecha en horas de la mañana, antes que comience el movimiento de personas y vehículos.

H) Clima, especialmente en climas lluviosos, pues se debe tener mayor cuidado al maniobrar el vehículo por las dificultades que presenta un suelo mojado y por que los recolectores deban usar ropa menos cómoda para protegerse de la lluvia.

La evaluación de la incidencia de estos factores en el sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios es indispensable a fin de determinar la eficiencia y rendimiento del sistema si es municipal, o para precisar la tasa de pago por servicio cuando es entregado a un contratista.



- Adopción de mejores equipos capaces de utilizar el esfuerzo de la mano de obra con mayor eficacia (requiere previo estudio técnico).
- Creación de instalaciones de transbordo de basuras, destinadas a impedir el costoso transporte de cargas relativamente pequeñas hasta puntos de vertido muy distantes (requiere previo estudio técnico).

En la recolección propiamente dicha podemos destacar los siguientes factores

A) Tipo de receptáculo, ya que de él depende el manejo eficiente por parte de los Cargadores

En las urbes se aprecia que el público en general utiliza las bolsas plásticas.

El tipo de receptáculo usado en las industrias, por lo general son tambores partidos (de 50 y 100 litros).

En los locales comerciales, es donde se aprecia menor uniformidad, ya que utilizan indistintamente, recipientes de cartón, madera o metálicos de distinto volumen.

Como una referencia se señala a continuación la incidencia del tipo de receptáculo en los tiempos de recolección (Tabla nº 3). Allí se aprecian los tiempos promedio empleados para tomar un depósito, vaciarlo y volverlo a dejar en la vereda.

Tabla Nº 3

Tipo de receptáculo	Volumen	Tiempo de vaciado medio	Tiempo de vaciado por litro
Cajas de cartón chicas	44 2 lt	13 4 seg	0 30 seg
Cajas de cartón grandes	156 50 lt	16 4 seg	0 10 seg
Cajones de madera chico	42 50 lt	13 8 seg	0 33 seg
Cajones de madera grandes	173 50 lt	21 1 seg	0 12 seg
Tambores grandes	171 60 lt	34 3 seg	0 21 seg
Tambores chicos	116 80 lt	20 4 seg	0 18 seg
Tarros de metal	39 40 lt	14 7 seg	0 37 seg
Bolsas plásticas	40 00 lt	3 5 seg	0 09 seg

1. Estaciones de transferencia.

En la actualidad los centros de disposicion final de los residuos sólidos tienden a ubicarse a una mayor distancia de los nucleos de generacion. Esto origina un grave inconveniente ante la necesidad de recorrer grandes distancias por parte del vehiculo recolector, cuyo diseño esta concebido para la recoleccion pero no para el transporte. Como solucion a este problema surge el concepto de estacion de transferencia, allí los residuos de los vehiculos recolectores son transferidos a equipos de transporte que poseen una gran capacidad de carga (trailers, barcazas, ferrocarril, etc.), los cuales llevan los residuos al centro de disposicion final.

Las estaciones de transferencia son edificios generalmente cerrados parcial o totalmente con el fin de eliminar los posibles impactos producidos por olores, ruidos, diseminacion de residuos etc.

Hay diferentes tipos:

Estacion de transferencia de carga directa

Estacion de transferencia de almacenamiento y carga.

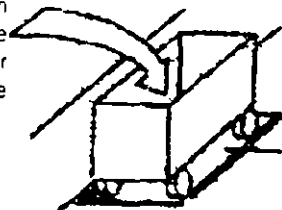
Estacion de transferencia mixta

En ellas puede haber compactacion de los residuos, con la finalidad de minimizar el costo de transporte a los centros de disposicion final, esta compactacion puede ser alta, media o baja.

A continuacion proponemos algunas figuras que permiten visualizar la modalidad de operacion de estas estaciones.

Metodos de Carga en Estaciones de Transferencia

Residuos descargados directamente en un trailer abierto, en instalaciones de compactacion, o en un transportador movil para llevarlos a instalaciones de procesamiento o compactacion.



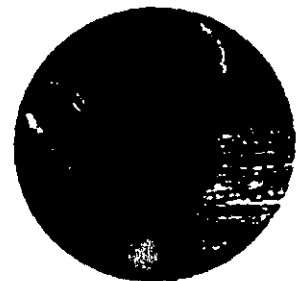
Basculas Plataforma (opcional)

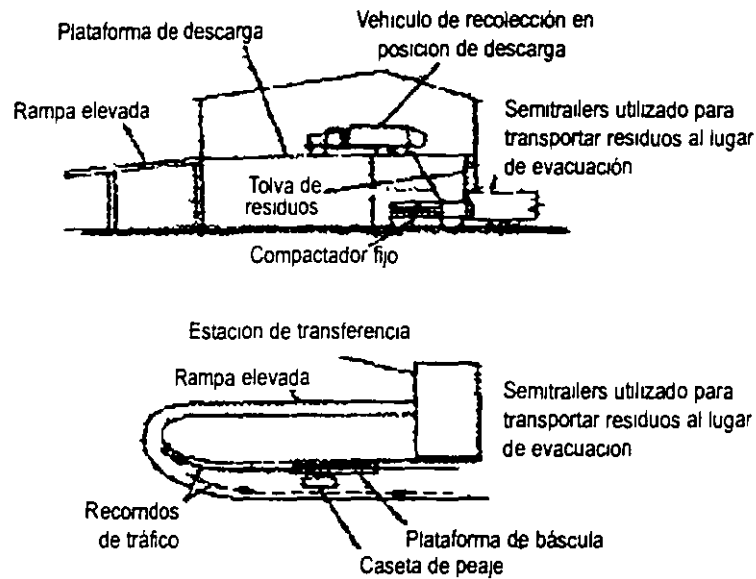
A

Capítulo



Estaciones de transferencia.





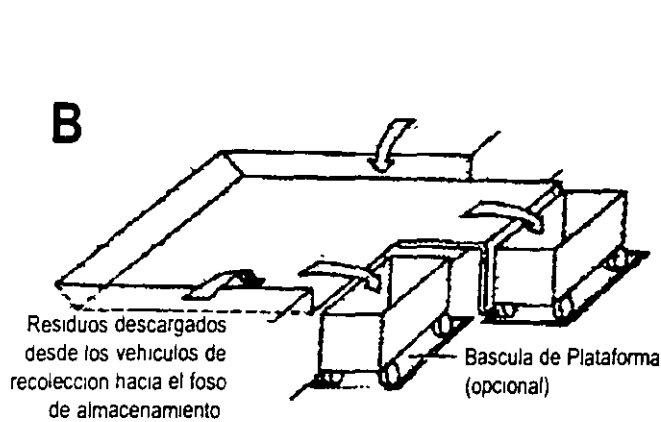
Fuente "Gestión integral de residuos sólidos urbanos". Geoge Tchobanoglus H. Theisen. S. A. Virgil Mc. GrawHill

Esta modalidad incrementa el manejo de los residuos y por supuesto agrega costos al manejo derivados de su construcción y operación. La pregunta es entonces, ¿Cuándo se considerará beneficiosa una estación de transferencia para una aplicación particular? o sea, ¿Cuándo el incremento de costos que implica una estación de transferencia estarán cubiertos por los ahorros que la misma origina? Evidentemente la transferencia se torna viable cuanto la distancia entre los núcleos generadores de residuos y los centros de disposición final es grande. Aunque la factibilidad de la instalación debe ser considerada particularmente según las condiciones locales y sus necesidades, estudios realizados sobre el tema indican que, ante una distancia de aproximadamente 25-30 Km ya es conveniente estudiar la posibilidad de implantación de una estación de transferencia para la minimización de los costos de transporte. Lógicamente este criterio no es el único, siendo necesario realizar un estudio de prefactibilidad para una correcta decisión.

1.1. Ventajas

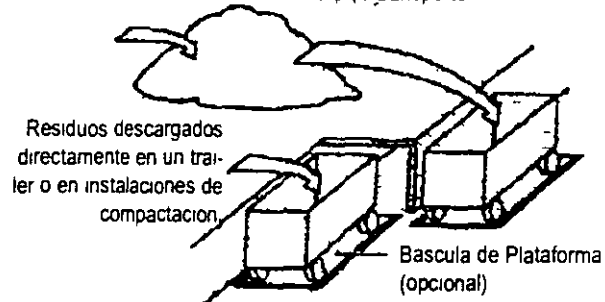
Los principales beneficios reconocidos a este sistema podemos resumirlos en:

Recolección y Transporte

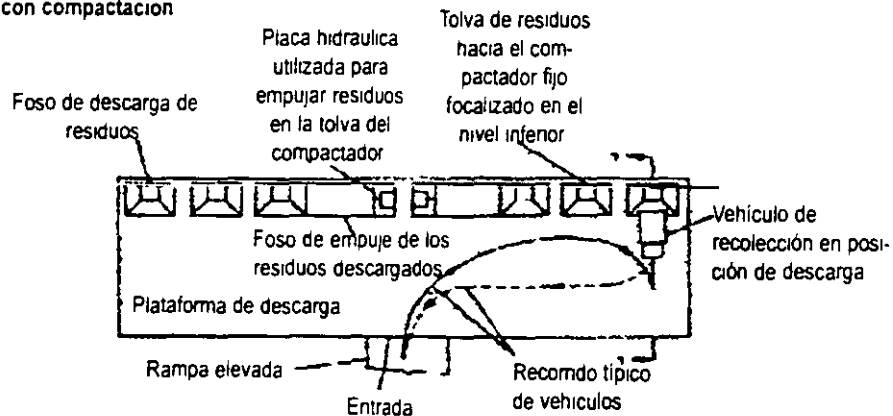


Residuos del foso de almacenamiento cargados en trailers de transporte abiertos o en instalaciones de compactación o en un transportador móvil para llevarlos a instalación de procesamiento o de compactación

C Residuos descargados en plataforma de descarga. Después de separar los materiales reciclables, se cargan con palas frontales el resto de los residuos en trailers de transporte



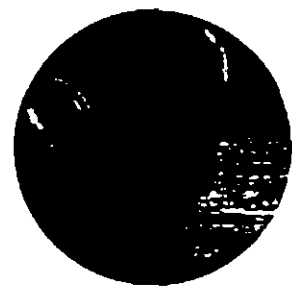
Estacion de Transferencia con Carga Directa de mediana y pequeña capacidad con compactación



Capítulo



**Consideraciones básicas para la elaboración
de un proyecto de recolección de residuos**



1. Economía de transporte

En un transporte de transferencia la carga útil legal puede ser de 18 a 25 toneladas en comparación con las 4 a 10 toneladas del transporte por vehículos recolectores. Lógicamente esto reduce los viajes al centro de disposición final, permitiendo así que la flota de recolección permanezca más tiempo en sus rutas, lo que produce una importante reducción de los costos de capital y operación.

2.- Ahorro de trabajo

Los camiones que realizan la recolección tienen tripulaciones de dos o tres personas, además del conductor. Durante el tiempo "adicional" de transporte del vehículo hacia el lugar de disposición esta tripulación debe permanecer en el vehículo, lejos de su labor de recolección, con el costo que ello conlleva. El vehículo encargado del recorrido de la estación de transferencia a la disposición final sólo necesita un operario (el conductor).

3.- Ahorro de energía

Los consumos por Tonelada/Kilometro transportado, son menores en los vehículos de transferencia que en los recolectores.

4.- Reducción de costos por desgastes y/o roturas del equipo

Debido a la menor cantidad de viajes se logra una disminución en el kilometraje global del recorrido, con la consiguiente reducción en el desgaste de los equipos.

5.- Versatilidad

La flexibilidad de los sistemas de transferencia permiten cambiar el destino final de los residuos sólidos con un mínimo impacto en la operación de recolección.

6.- Reducción del frente de descarga en los rellenos

Dado que el tamaño del frente de descarga en el relleno está determinado por el número y tipo de vehículo utilizado, una reducción en el volumen de estos demandará una disminución del área de trabajo en la descarga. También producirá mayores condiciones de seguridad debido a la reducción del tránsito de vehículos.

7.- Posibilidad de reciclado

Si las condiciones operativas, de costos, sanitarias, etc., lo permiten, las estaciones de transferencia pueden dar una excelente posibilidad de reciclado primario de algunos materiales previamente a ser dispuestos.



Capítulo 6 *Consideraciones básicas para la elaboración de un proyecto de recolección de residuos*

Partiendo de ello, puede estructurarse un servicio que considere el ancho de calles, tipo de edificaciones, densidad de los lugares, direcciones de las calles, etc., para determinar la conveniencia de realizar con carácter nocturno este tipo de servicio

Las características de los residuos a recoger, tiene baja importancia, cuando se utilizan vehículos recolectores compresores. Ahora bien, es importante valorarlos a la hora de elegir el tipo de recolector, considerando como características mas importantes

- Estanqueidad total, para evitar derrame de líquidos.
- Índice de compresión, a fin de mejorar el rendimiento de los equipos
- Rapida absorcion de residuos
- Costo de mantenimiento.
- Seguridad de manejo

Ademas siempre que las características urbanas del lugar lo permitan, deben elegirse recolectores de gran volumen de carga para evitar las pérdidas de rendimiento que suponen los desplazamientos al centro de eliminación

A la hora de elegir los equipos mas apropiados, hay que considerar que es necesario disponer en el parque de vehículos de aquellos que permitan realizar los servicios especiales, que no pueden o no deben ser realizados con los recolectores compresores antes mencionados, tales como los derivados de actividades sanitarias y aquellos otros que por sus características -animales muertos, productos sanitarios- no se recomienda su compresión

1. Consideraciones básicas y diseño del sistema de recolección de residuos.

En la elaboración de un proyecto de recolección intervienen todos los factores mencionados hasta aquí, los que deben analizarse de manera organizada. En primer lugar se considera

- Características de los residuos a recoger
- Incidencia de las variaciones estacionales en la cantidad de residuos producidos
- Estructura urbana de cada una de las zonas (comerciales, industriales o domésticas)
- Volumen y densidad de población
- Tipos de edificaciones
- Sentidos de circulación y tráfico de las calles
- Ancho de las calles
- Repercusiones posibles de la recolección nocturna.
- Distancias al centro de eliminación vertedero o descarga
- Posibilidades de normalización de cubos y recipientes de recolección.
- Ordenanzas municipales

Una vez que se dispone de esta información, aunque solo sea de forma aproximada, se puede empezar a trabajar en un servicio racional de recolección de las basuras.

La operación de recolección requiere un planteamiento previo en el que deben considerarse, entre otros, los siguientes aspectos

- Infraestructura urbana y urbanismo
- Características de los residuos a recoger
- Utilización de recipientes y bolsas para el servicio
- Distancia al centro de eliminación o vertedero

1. Diseño del sistema de recolección.

El diseño de un sistema de recolección de basura es un problema bastante complejo que debiera ser abordado por ingenieros sanitarios especializados, considerando los aspectos económico, higiénico y estético del sistema.

Lo primero que debe considerar el ingeniero que diseña el sistema de recolección, es el número de sitios o puntos para la disposición final de la basura con que debe contar la ciudad, y esto depende fundamentalmente del tamaño de la ciudad a servir y de las condiciones locales adyacentes a la comunidad de referencia. Es evidente que el o los puntos de disposición final de basura deben encontrarse a la menor distancia posible del centro del distrito a servir. Establecidos estos lugares, es fundamental fijar los días y distritos o barrios a servir por cada unidad de recolección, marcando en un mapa de la ciudad las calles y avenidas a recorrer, dirección a seguir (con el propósito de reducir al mínimo el tiempo improductivo), ajustando la circulación de los vehículos para que estos converjan, con su carga completa, al punto que diste lo menos posible del sitio de disposición final.

Una vez que se inicia la recolección, es necesario que técnicos supervisores recorran los diferentes barrios o áreas servidas para comprobar si se atiende al total de predios establecidos y si el tiempo requerido para servir los diferentes sectores del barrio y para completar la carga del vehículo realmente coinciden con lo previsto. Con esta información se hace un ajuste del sistema planeado en forma teórica.

La eficacia de un sistema de recolección depende de la correcta coordinación de varios factores, tales como capacidad del vehículo, número de hombres por vehículo, tipo de basura recolección y número de viajes por día para una distancia determinada al sitio de disposición final. Debido a todas las variables que afectan al sistema, es difícil precisar los factores que conducen al costo mínimo de recolección. Por esto debe encontrarse una fórmula que determine el número de operarios por camión que, trabajando el día completo sin tiempo improductivo, hagan el número de viajes necesarios para recoger la cantidad de basura correspondiente. La práctica común es hacer dos, tres o más viajes al día, con los cuales se sirve todo el barrio, pero a carga completa por viaje, a fin de no encarecer el costo de explotación. En otros términos: debe establecerse la cantidad de basura a recoger por viaje para una ciudad, considerando un número fijo de hombres por vehículo y determinados viajes por día, lo que depende fundamentalmente, entre otros factores, de la magnitud del tiempo medio empleado en la recolección propiamente dicha. hombres minuto por viaje.



Capítulo



Diseño del sistema de recolección



Las características físicas de los residuos sólidos domésticos nos permiten determinar el tipo de vehículo que se precisa la producción per capita, la población y la frecuencia se utilizan para determinar la producción máxima de basura que es necesaria recolectar. La jornada de trabajo diaria, el tiempo de recolección por operario, la capacidad de los vehículos, el número de operarios por cuadrilla, el tiempo de transporte y el tiempo de maniobra, se emplean para determinar el número de viajes que puede hacer cada camión al lugar de disposición final. Para este fin se utiliza la siguiente fórmula

$$g = \frac{440}{\frac{bc}{a} + \frac{d}{v} + T_m}$$

- g = número de viajes por camión.
 440 = duración de la jornada de trabajo diaria (en minutos), considerando 44 horas a la semana y 6 días de trabajo (Lunes a Sábado).
 b = tiempo empleado por un operario en recolectar una tonelada de desecho (hombre/minuto/tonelada).
 C = capacidad de los vehículos en toneladas, (término medio de tonelada de desechos por viaje)
 a = número de operarios por cuadrilla
 d = distancia en Km. de ida y vuelta al sitio de disposición final
 v = velocidad media del camión (km /min.) al y desde el sitio de disposición final en km. por minuto
 Tm = tiempo de maniobra en minutos

Para cada comuna se determinara las necesidades actuales y futuras de equipos de recolección considerando las siguientes posibilidades

- Sin modificar de manera alguna el actual sistema
- Modificando solo la frecuencia
- Sin modificar la frecuencia, pero considerando un mejoramiento en el rendimiento de los recolectores, debido a una mejor presentación de los desechos por parte de los usuarios
- Modificando frecuencia y mejorando rendimiento

Recolección y Transporte

En un sistema de recolección con una distancia de transporte determinada es conveniente emplear el mínimo de hombres-minuto por toneladas en la operación de transporte. Si se incrementa el número de servidores por camión, debe aumentarse en la misma proporción el tonelaje acarreado por vehículo, a fin de no recargar el costo por concepto de mano de obra en la operación de transporte de basura al sitio de disposición final.

Para proporcionar los datos que permiten obtener esta información es necesario un buen registro. Diariamente hay que anotar los siguientes datos por vehículo: capacidad y kilómetros recorridos, número de viajes efectuados al sitio de disposición final, volumen y peso de las basuras, número de servicios atendidos, porcentaje de servicios atendidos con recipientes en la calle y en el interior de las casas, porcentaje de servicios no atendidos, y su razón, reclamos del público, horas trabajadas (operarios y empleados por unidad de recolección), y condiciones del tiempo.

No deben pesarse todas las cargas, sino solo las del número de vehículos suficientes en diferentes condiciones de tiempo y a distintas horas, a fin de establecer valores medios de peso en toneladas por m³ de basura.

Con el propósito de ejecutar un diseño racional del sistema de recolección, es necesario conocer el efecto que origina el empleo de dos, tres o más hombres en el costo total de recolección y estimar las consecuencias que causa la capacidad del vehículo al hacer dos, tres o más viajes por día.

A continuación nombraremos algunas características influyentes en el diseño del sistema de recolección de residuos.

1.1. Necesidades actuales y futuras de los equipos de recolección.

Para la determinación de las necesidades de equipos de recolección se precisa de la siguiente información: cantidad y característica de la basura producida, frecuencia de la recolección, jornada de trabajo diaria, tiempo empleado por un operario en recolectar una tonelada de desecho, capacidad de los vehículos, número de operarios por cuadrilla, tiempo de transporte de cada camión y tiempo de maniobras (incluye tiempo de descarga en la disposición final, tiempo de descanso, tiempo de transporte al lugar de inicio de la recolección, tiempo empleado en lavar el vehículo al final de la jornada, etc., es un valor estimado).



En el caso en que el número de viajes no sea exacto, se hace un viaje con la capacidad promedio y otro con un porcentaje de esta capacidad. Supongamos que el número de viajes que hace el camión sea de 1,56, se podría pensar que el primer viaje se hace con el 100% de la carga promedio (4,8 tn.) y el segundo con el 56% de esta carga promedio. Sin embargo esto no es así, ya que los tiempos de transportes y de maniobra permanecen constantes, mientras que el tiempo de recolección es menor. Por este motivo para las consideraciones de cálculo de ton. de basura transportada, se harán las correcciones correspondientes.

El número de camiones necesario queda determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ de camiones} = \frac{\text{Producción máxima de basura a transportar (Ton)}}{\text{Cap. transporte por camión (Ton) x N}^\circ \text{ de viajes (corregido)}}$$

N° DE CAMIONES NECESARIOS					
AÑOS	CANTINPALO				
	1980	1985	1990	1995	2000
<i>Sin modificar el actual sistema</i>					
N° de camiones de 6 m3	3	3	4	4	5
N° de camiones de 9.6 m3	3	3	4	4	5
N° de camiones de 14 m3	3	3	3	4	4
Recolección 2 veces por semana Modificando sólo la frecuencia					
N° de camiones de 6 m3	3	3	4	4	5
N° de camiones de 9.6 m3	3	3	4	4	5
N° de camiones de 14 m3	3	3	3	4	4
Considerando sólo un mejoramiento en el rendimiento de los recolectores					
N° de camiones de 6 m3	3	3	4	4	4
N° de camiones de 9.6 m3	3	3	3	4	4
N° de camiones de 14 m3	3	3	3	4	4
Recolección 2 veces por semana Modificando frecuencia y mejorando rendim					
N° de camiones de 6 m3	3	3	3	4	4
N° de camiones de 9.6 m2	3	3	3	4	4
N° de camiones de 14 m3	3	3	3	3	4

1.2. Determinación del tiempo de recolección.

Los tiempos de recolección surgen de mediciones efectuadas en diversos lugares y en circunstancias variadas, para su explicación recurriremos a un caso práctico.

Veamos una situación que considera promedios en ciudades típicas de América Latina

Para la determinación del tiempo de recolección por operario se hicieron mediciones en las diferentes comunas de la región, las cuales dieron en promedio los siguientes resultados.

Comunas de tipo urbano	180 hombre-minuto/tonelada
Comunas de tipo urbano rural	240 hombre-minuto/tonelada

Estos valores serán utilizados para el cálculo de las necesidades del vehículo. Como velocidad promedio de los vehículos de recolección en el transporte consideraremos 30 km./hor., es decir, 0.5 km./min

Se calculará en base a vehículos compactadores de 6 - 9,6 y 14 m³ de capacidad los que pueden transportar 3 - 4,8 y 7 ton. de basura compactada como promedio. La cuadrilla recolectora estará compuesta de 4 operarios por vehículo.

Ejemplo:

Para las ciudades virtuales de Cantimpalo y Miocid consideraremos como lugar de disposición final el utilizado en la actualidad por Cantimpalo que dista 4 y 13 km. respectivamente de cada ciudad

Se propenderá a una frecuencia de dos veces por semana en general, para todas las comunas. En las comunas de carácter urbano con más de 20.000 habitantes servidos, se aumentará en un vehículo los equipos de recolección con el fin de prestar servicios especiales, atender algunos sectores donde se requiera una frecuencia mayor y también servir de reemplazo en caso de que algún vehículo de los recorridos normales sea llevado a reparación

Estimaremos que el rendimiento de los recolectores mejorará en un 20% debido a la mejor presentación de los residuos por parte de los usuarios.

El modificar la frecuencia producirá una variación en la cantidad de basura a recolectar en los días de máxima acumulación. El mejoramiento en el rendimiento de los recolectores tendrá incidencia en el número de viajes que se podrá realizar.



1.4. Educación ciudadana.

La colaboración por parte de los usuarios de un servicio de recolección de basuras y en general de todos los vecinos de una determinada población puede llegar a ser el problema más difícil con el que se enfrentan todas las Administraciones Locales.

Cada vez que se inicia un servicio se debe planificar una serie de campañas de publicidad por el mayor número posible de medios, con el fin de llegar a crear en el ciudadano una auténtica conciencia sobre la importancia de la limpieza, dándole a conocer los medios humanos y mecánicos que se emplean con expresión de sus costes para que se den cuenta de la relevancia que adquiere su colaboración a fin de no incrementarlos innecesariamente. Lamentablemente este desconocimiento trae consigo que las tímidas campañas que en algunos municipios se han realizado en este aspecto, hayan tenido muy poco eco en la práctica. En el módulo de "Gestión de Residuos" se estudia con mayor detalle el tema de la educación ambiental.

1.5. Recolección selectiva.

El único sistema de recolección que tiene en cuenta y presupone un sistema de eliminación posterior es la recolección selectiva que va unida a los sistemas de reutilización de los residuos. En los últimos años se ha escrito mucha literatura sobre este tema. En muchas polémicas sobre su rentabilidad, a menudo no se han tenido en cuenta los distintos grados y formas con que se lo puede realizar.

El modelo completo o ideal supone: 1) la participación ciudadana al depositar en bolsas o recipientes distintos componentes diferenciados de los RSU como pueden ser el papel, los plásticos, el vidrio, metales y residuos orgánicos, 2) la recolección por separado de dichos componentes bien en vehículos distintos o en vehículos especiales compartimentados.

No cabe ninguna duda sobre el abaratamiento que supone la reutilización de los residuos, pero sin embargo se debe tener en cuenta que:

El sistema de reutilización sea adecuado y existan mercados para los productos resultantes.

La recolección se hace más compleja y como consecuencia de ello aumentan los tiempos de recorrido y la dotación o sofisticación de los vehículos. Sabemos que la recolección es el componente principal del coste total del servicio de recolección y eliminación de los RSU -70, 80%- , por lo que este factor de encarecimiento es relevante.

Se requiere un grado de concientización y colaboración ciudadana bastante elevado para que el sistema sea efectivo.

1.3. Recolección diurna o nocturna.

La elección de una u otra forma de realización del servicio debe responder a un acabado estudio por parte de los entes municipales, ya que evidentemente cada población tiene una serie de circunstancias tales como: alumbrado público, climatología, densidad de circulación, situación y estado del lugar elegido para la disposición final de los residuos sólidos recolectados, etc., que influyen notablemente a la hora de elegir un determinado horario.

Uno de los problemas a considerar en un servicio de recolección nocturna, es el ruido que producen los vehículos recolectores. Este ruido no es solamente el producido por el motor, generalmente diesel, sino además el producido por los propios mecanismos de compresión del equipo recolector. Este inconveniente solamente se ha podido resolver con la utilización, en algunas ciudades, de chasis movidos mediante motores eléctricos alimentados por baterías de plomo de gran capacidad. Este sistema realmente poco utilizado en la actualidad, tiene una serie de ventajas pero tiene la limitación de capacidad de las baterías, no habiéndose superado todavía autonomías de más de 100 km y la dificultad de superar ciertas pendientes, por lo que su utilización podemos considerarla restringida a cierto tipo de ciudades o itinerarios de recolección.

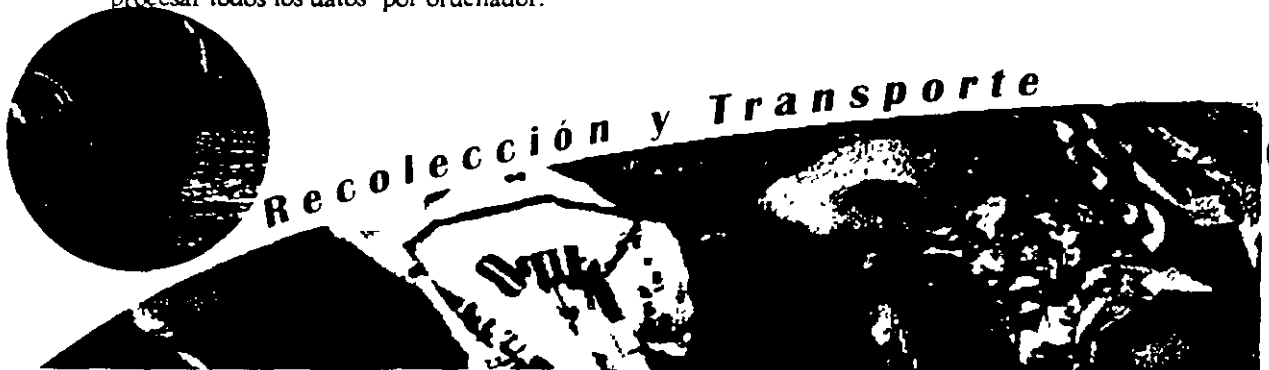
Independientemente de las características técnicas del equipo a utilizar para un servicio nocturno o diurno, antes de decidir por uno u otro deberemos tener en cuenta las características urbanas de la ciudad, podemos señalar una clasificación que no pretende ser limitativa, sino meramente enunciativa, por la multitud de casos particulares que pueden presentarse.

Poblaciones turísticas: por ser lugares donde generalmente hay vida nocturna, es aconsejable realizar el servicio a primeras horas de la mañana, evitando que los cubos o recipientes donde se depositen los residuos por los usuarios, permanezcan en las calles durante la noche.

Poblaciones con un centro urbano congestionado: en ellos, evidentemente, deberíamos ir a realizar un servicio de recolección con carácter nocturno para evitar las dificultades de tráfico a primeras horas de la mañana y las perturbaciones que ello pudiera ocasionar.

Grandes y medianos núcleos urbanos la práctica aconseja realizar el servicio de recolección en horas nocturnas salvo en zonas periféricas o de deficiente iluminación.

En aquellas poblaciones donde es fácil diferenciar dos o varios sectores distintos, podríamos sugerir la conveniencia de realizar un servicio mixto de recolección de basuras, realizando con carácter nocturno la de tipo domiciliario y de centros comerciales y desarrollando el servicio con carácter diurno o de madrugada en polígonos industriales y zonas de recreo. Entendemos que cada población requiere un estudio previo específico antes de adoptar una u otra solución, pudiendo llegar el caso que por la complejidad de rutas e itinerarios de determinadas poblaciones, sea aconsejable el procesar todos los datos por ordenador.



1.6. Consideraciones generales sobre la financiación del servicio.

La financiación del servicio se tratará en el Módulos de Evaluación de Proyecto con mayor detalle, pero es importante considerarla como uno de los factores influyentes. Tal financiación puede hacerse a base de fondos procedentes del presupuesto municipal, es decir, con cargo a los ingresos obtenidos por el erario municipal a través del régimen impositivo general o de la recaudación directa de tasas, mediante un régimen de auto-suficiencia económica que no suponga una carga para el presupuesto de la hacienda municipal. El sistema de financiamiento a través del régimen impositivo general supone que el servicio que se presta protege la higiene, salubridad, bienestar y seguridad de la comunidad en su conjunto.

Un correcto estudio de costos e implementación de tasas y tarifas, permiten un adecuado financiamiento de los servicios. Las tasas que se fijen a los usuarios deberían ser proporcionales al servicio que se les preste, es decir, estar relacionadas con los tiempos que se invierten en el local o casa del usuario y teniendo en cuenta también la relación entre el número de recipientes de basuras y cantidad de personal destinado a la tarea.

Cuando los ciudadanos de cualquier localidad están habituados a que el servicio de recolección de basuras se presta con cargo al presupuesto municipal, sin tener que abonar tasa especial alguna, cambiar a un sistema de abono resultará extremadamente difícil, hasta el punto que en ocasiones puede dar lugar a un cambio en los propios cargos públicos de la Administración local.

A pesar de lo sofisticado de muchos procedimientos que se emplean para la eliminación de los residuos, el coste de los trabajos de recolección sigue representando cerca del 70 % del total de la inversión en la gestión, tratamiento y eliminación de los residuos sólidos. La determinación de estos costes se realiza teniendo en cuenta los diferentes gastos derivados de las operaciones de recolección. El principio de la determinación de costos descansa en la separación de los elementos proporcionales a la importancia de los servicios a asegurar (que son los costos variables o costos directos) y los elementos independientes del kilometraje recorrido por los vehículos de recolección, que son los gastos fijos (gastos de estructura). Así se componen.

A) Costes directos:

- 1.- Los gastos de los vehículos: amortización, carburantes, lubricantes, neumáticos, conservación y reparaciones.
- 2 - Los gastos del personal de conducción y carga.
- 3 - Los gastos diversos que afectan a los servicios ejecutados: pesadas, peajes, cánones diversos.



Recolección y Transporte

Dados estos factores de "educación ciudadana" el proceso de implantación del sistema requiere un tiempo adecuado.

Sin embargo, y sin descartar la organización completa de la recolección selectiva, existen bastantes soluciones que simplifican este modelo ideal aunque sin hacer una completa selección de los residuos, a saber:

Dentro del modelo ideal se puede reducir el número de componentes a seleccionar.

También dentro del modelo ideal se pueden adecuar los distintos tipos de recolección anteriormente analizados que suponen una mayor colaboración ciudadana y un abaratamiento de los costes de transporte.

Cuando la recolección selectiva se realiza porque existen mercados para los productos resultantes, se puede instrumentar un sistema opcional de recolección con incentivos, bien sea con la compra de papel, vidrio, etc., o porque el ciudadano solo pague por la recolección y eliminación del volumen de residuos no diferenciados. De hecho esto supone que la rentabilidad de la reutilización puede cubrir el coste del transporte y restringe bastante las posibilidades efectivas de este tipo de soluciones, aunque visto de otro modo no es más que organizar de forma más sistemática la actividad. Esta posibilidad se podría contemplar o bien como forma de tránsito gradual hacia la recolección selectiva completa, o bien sin más incentivos adicionales que el abaratamiento que se puede obtener en los costes y por tanto en la tasa que se cobra al ciudadano.

La forma más sencilla y rudimentaria de seleccionar los residuos es tener en cuenta los distintos tipos de RSU que se producen en una ciudad por áreas de producción. Por ejemplo, si se recogen por separado los residuos de los mercados, de las áreas en que prácticamente solo existen oficinas o centros comerciales, etc., se obtiene una diferenciación importante. Ahora bien, para que una solución de este tipo resulte rentable, el desarrollo de una planta de reciclaje sólo parece posible en grandes núcleos urbanos.

Este sistema será tratado de manera especial en el Módulo siguiente.



Costos de personal

- Un chofer y dos ayudantes con salarios mensuales de \$250 el chofer y \$150 los ayudantes.
- Cargas sociales sobre los salarios 50%

Mantenimiento

- Costo de mantenimiento 12% del costo inicial

Consumos

- Consumo de llantas 7 al año con un costo de \$300 c/u
- Consumo de combustible 40 lts de diesel por turno

Costos de administración

- Gastos de seguros, fianzas y garaje 5% del valor del vehiculo en promedio anual
- Costos administrativos y de supervision 10% del costo directo anual
- Costos de reserva 15% anual de los costos directos

Utilidad

- Utilidad si el servicio es contratado a empresas privadas 20% de los costos directos. Si el servicio es municipal se puede obviar este costo

La primera pregunta que se haria una persona no familiarizada con el analisis de costos, seria como sumo costos de capital, con los costos de llantas, mantenimiento, personal etc El secreto para poder sumar costos tan disimiles es ponerlos todos en las mismas unidades. En este caso escogemos US\$ por año

1. Costo anual del vehículo

1.1 Costo de capital

La amortización del capital se obtiene con el factor de recuperacion del capital (ver Documento Apoyo Cap 6)

B) Gastos de estructura:

- 1.- Los gastos dependientes de los servicios a asegurar: reserva de vehículos, reserva del personal de conducción y carga, gastos de servicios interiores (engrases, sustitución de vehículos en servicio, envíos a reparación), seguro anual de vehículos e impuestos diversos.
- 2.- Gastos de garaje y de locales administrativos: Alquileres o amortizaciones, impuestos de inquilinato, seguro de incendios, conservación de locales, instalaciones, agua, gas, electricidad
- 3.- Gastos del personal administrativo y subalternos.
- 4 - Gastos de funcionamiento que comprenden: gastos financieros, gastos de taller, gastos de explotación y obras sociales.

De este coste de recolección es probable que cerca del 50% este constituido por la mano de obra. Consecuentemente, cualquier ahorro que pueda hacerse en los procedimientos de recolección contribuirá sustancialmente a rebajar los costes de todo el programa de eliminación de residuos. La experiencia señala que los métodos de recolección permiten una mejora en la gestión total de los residuos sólidos con una reducción del 25% respecto de la cantidad anteriormente presupuestada al rediseñar, por ejemplo, las rutas de recolección. No obstante, las modificaciones posibles deben introducirse gradualmente. Al público o generador, en general, le exige un cambio de hábitos y la comprensión de la complejidad del problema, y la consecuente participación en su resolución.

1.7 Cálculo de costos unitarios de recolección y su influencia en la tarifa. Ejemplificación

Supongamos que en una ciudad se ha seleccionado un camión compactador de 14m³. La primera labor del analista de costos será conseguir todos los datos que aparecen abajo, los cuales varían de país en país y de región en región. Para fines del ejemplo supongamos que se obtuvieron los siguientes:

Costos de capital

- Camión de 14 m³ de capacidad con costo inicial de US\$100.000
- Vida útil 6 años (las empresas privadas generalmente deprecian en 5 años)
- Intereses 12%
- Valor de venta del camión después de 6 años, 20% de su valor inicial



1.5 Costos de administración

Seguros, fianzas, etc	=	0.05 x 100.000	=	\$ 5.000 por año
Administración	=	0.10 x 55.763	=	\$ 5.576
Costos reserva	=	0.15 x 55.763	=	\$ 8.364

Total Admon. = \$18.940

1.6 Utilidad

$U = (\text{Costos directos} + \text{costos indirectos}) \times 0.20 = (55.763 + 18.940) \times 0.2 = 74.704 \times 0.2$

$U = \$14.940.$

Costo total anual del camión = \$89.643

2. Rendimiento o productividad del camión

La productividad del camión se define como la cantidad de toneladas que recoge por unidad de tiempo. La unidad de tiempo puede medirse por turno, por día, por semana o por año. Para que las unidades sean congruentes con los cálculos de costos anteriores, utilizaremos el rendimiento medido en toneladas recolectadas por año. Para esto se hará uso de los resultados de los estudios de campo que se deben haber realizado previamente al proyecto. Supongamos que los datos encontrados en esos estudios son los siguientes:

- Densidad o peso volumétrico en el camión, 425 kg/m³ (resultado de los estudios de pesaje de vehículos)
- Capacidad del vehículo, 14 m³ (dato del fabricante)
- Viajes por turno 2 (resultado de los estudios de tiempos y movimientos)
- Eficiencia de recolección 85% (esto es porque ciertos días el segundo viaje no se completa, y es resultado de los estudios preliminares)
- Días de trabajo al año, 312

El factor de recuperación del capital (FRC) será:

$$FRC = [i(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1] = [0.12(1+0.12)^6] / [(1+0.12)^6 - 1] = 0.237 / 0.974$$

$$FRC = 0.24323$$

Nota: el FRC puede ser obtenido de las tablas amortización que se pueden encontrar en los libros sobre ingeniería económica o de economía. A las tablas se entra con el interés "i" y la vida útil "n"

y la amortización, que incluye la depreciación y los intereses, será.

$$A = 0.24323 \times 100\,000 = \text{US\$ } 24.323 \text{ por año}$$

1.2 Costos de personal

$$\text{Chofer} = 250 \times 12 = \$3\,000 \text{ por año}$$

$$\text{Ayud} = 150 \times 12 \times 2 = \$3\,600 \text{ por año}$$

$$\text{Cargas Soc} = \$6.600 \times 0.5 = \$3.300 \text{ por año}$$

$$\underline{\text{Total personal} = \$9.900 \text{ por año}}$$

1.3 Costos de operación

a) Mantenimiento

$$M = \text{factor mant} \times \text{Costo inicial} = 0.12 \times 100.000 = \$12.000 \text{ por año}$$

b) Consumos

$$\text{Combustible} = 40 \text{ lt} \times 310 \text{ día/año} \times 0.60 \text{ \$/lt} = \$7.440 \text{ por año}$$

$$\text{Llantas} = 7 \times 300 = \$2\,100 \text{ por año}$$

$$\underline{\text{Suma de costos directos es } \$55.763}$$



La contribución de la recolección a la estructura tarifaria sería:

Tarifa mensual = US\$ 2.86 por familia

Nota. Si se tiene las PPC en los diferentes estratos socioeconómicos se puede calcular la tarifa de recolección diferenciada para cada uno y hacer más justo el cobro en lo social

5. Estructura porcentual de los costos de recolección

En el cuadro siguiente se puede ver la estructura de los costos de recolección.

Ejemplo de estructura de costos de recolección (en US\$)

Concepto	Costo	%
Amortización	24 343	27.2
Personal	9 900	11.0
Operación y Mant	21 540	24.0
Administración	18 940	21.1
Utilidad	14 940	16.7
TOTAL	89 663	100

Recolección y Transporte

Capacidad del camión por viaje, $C_v = 14 \text{ m}^3 \times 0.425 \text{ kg/m}^3 = 5.95 \text{ ton}$

Rendimiento de recolección por turno, $R_t = 5.95 \text{ ton} \times 2 \text{ viajes} \times 0.85 = 10.12 \text{ ton}$

Rendimiento de rec. por año, $R_a = 10.12 \text{ ton/día} \times 312 \text{ días/año} = 3.156 \text{ ton/año}$

3. Costo unitario por tonelada

Con los costos anuales obtenidos y el rendimiento anual se calcula fácilmente el costo unitario como sigue

$$CU = \text{Costo anual vehiculo} / \text{Rendimiento anual} = \$ 89.643 / 3.156 \text{ ton} = \$ 28.40 \text{ por ton}$$

4. Tarifa media de recolección

La tarifa de recolección se calcula también con los datos obtenidos en los estudios de campo que se deben haber hecho previamente. Supongamos que los estudios previos arrojaron los siguiente resultados.

- Generación media per capita PFC = 0.77 kg/hab/día
- Personas por familia hab/fam = 4.3

La producción media de basura por familia sera

$$\text{Prod Anual Familia} = 0.77 \times 4.3 \times 365 = 1.209 \text{ kg} = 1.21 \text{ ton/fam/año}$$

El costo de recoger esa cantidad anual sera

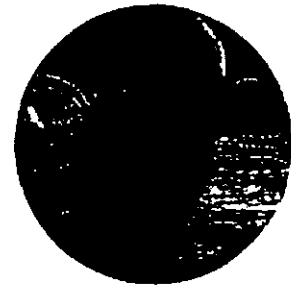
$$\text{Costo anual por fam} = 1.21 \text{ ton/fam/año} \times 28.40 \text{ \$/ton} = \$ 34.36 \text{ por fam al año}$$



Capítulo



Limpieza de Calles.



1 . Limpieza de Calles

Resulta difícil definir lo que se entiende por una calle limpia, siempre se puede decir que una calle está limpia cuando no se ven en ella desperdicios de ninguna clase: arena, papeles, embalajes, hojas, manchas de aceite o de grasa, y que la cantidad de polvos que recubren los pavimentos no sobrepasa un límite razonable.

La limpieza deseable, respondiendo a parámetros de estética y de higiene, varía según la naturaleza de las vías, sus alrededores, las características de la sociedad, entre otros. Se puede exigir una calzada muy limpia delante de un bello monumento, pero tolerar, por el contrario, cierta cantidad de polvo, e incluso hojas, en una calzada bordeada por un parque o un paseo de caballos.

Corresponde, pues, a los responsables del servicio determinar el grado de limpieza de cada zona. Para ello es conveniente considerar los diversos tipos de desperdicios que ensucian la vía pública, y que pueden proceder de la naturaleza como el clima o la estación del año, de las actividades humanas, así como su periodicidad.

· **Desperdicios naturales y excrementos de animales**

Algunas causas de contaminación proceden de la naturaleza y del clima y, aun si los transeúntes de una sociedad ideal de ciudadanos perfectos no arrojasen nada a tierra, el suelo estaría sucio por residuos de origen vegetal, animal y mineral: hojas de árboles, briznas, polvos procedentes de la erosión de las superficies de las calles y caminos, excrementos de animales (perros, palomas, etc.), barro arrastrado por las tormentas, incluyendo los casos de suciedades excepcionales, tales como los vuelos de langostas. También en las ciudades situadas a la orilla del mar, de los lagos o de los ríos, los residuos depositados en las riberas a veces muy importantes, son esparcidos por el viento sobre las superficies próximas.

· **Suciedades debidas a la actividad humana**

Se puede observar que en las ciudades las causas de contaminación más importantes son las procedentes de la población; el estado de las calles refleja en gran medida la personalidad y las costumbres de los ciudadanos.

Las suciedades proceden de diversas actividades y las causas son numerosas.

- Polvos Atmosféricos. procedentes de fábricas, hogares, parques que decantan o sedimentan sobre la calle
- Desgaste de pavimento, neumáticos, zapatos, etc., debido a la circulación
- Derrames de vehículos como aceites, grasas, gasolina, trapos.



- Cubos de basura rebosantes o mal cerrados.
- Detritus y residuos diversos como papeles, embalajes, periódicos, octavillas, prospectos, sacos de azúcar, vasitos de helado, billetes de transporte colectivo, etc, cuyas cantidades aumentan con los pequeños gastos de la población y están en función de su prosperidad.
- Contaminaciones accidentales procedentes de accidentes de circulación, pérdidas de mercancías y otros

1.1 Cantidades medias de residuos

Estas cantidades pueden ser muy variables según las localidades, por lo cual las cifras deben determinarse en investigaciones específicas para cada caso. En general dependen del modo de limpieza empleado y de lo que se entienda en cada ciudad por la palabra "barrido".

En el cálculo es preciso incluir o considerar, por ejemplo, las arenas arrastradas por las lluvias muy fuertes y que proceden de zonas altas de la ciudad que no tienen pavimento

En cualquier caso, en condiciones normales, se pueden contar aproximadamente de 3 a 5 g/m²/día sin gran riesgo de error.

A los efectos de mantener bajo control el volumen de residuos, pueden darse algunas recomendaciones para reducirlos de forma natural

- En la elección de los tipos de árboles de las avenidas, conviene evitar los follajes muy voluminosos y conáceos, así como los árboles que dan frutos pesados o que desprenden suciedad.
- Evitar en las calles la aportación de arena y tierra procedente de las vías secundarias adyacentes o de las vías privadas de tierra batida, el desagüe de las aguas pluviales procedentes de estas vías debe hacerse en la red de evacuación de aguas pluviales y en caso de imposibilidad en estanques de arena antes de su vertido en las cunetas
- Atraer la atención del servicio de control de vehículos automóviles y particularmente de los vehículos pesados sobre las pérdidas de aceites y grasas debidas al mal estado de los vehículos.
- Exigir el empleo de recipientes de residuos cerrados, prohibir su presencia prolongada sobre las aceras, y tender a la generalización de los procedimientos de recolección que eviten todo vertido de residuos y polvo sobre las calzadas;



- Prohibir el vertido sobre las aceras de los productos de barrido de las tiendas o de limpiezas domiciliarias.
- Colocar papeleras a disposición de los peatones a los efectos de hacer más efectivas las prohibiciones de arrojar sobre la calzada papeles, periódicos viejos, entradas, y todo otro tipo de residuos
- Prohibición de publicidad por lanzamiento sobre la vía pública de octavillas publicitarias, prospectos y todo tipo de volantes, e imposición de reglas precisas a los anunciantes
- Exigir que los vehículos que transportan escombros procedentes de desmontes estén provistos de cajas estancas en buen estado y que las ruedas de estos vehículos sean lavadas a la salida de las obras cuando allí haya barro.
- Adoptar disposiciones para que los trabajos de toda índole que se efectuen en los inmuebles, tanto en el interior como en el exterior no ensucien la vía pública.
- Evitar los mercados al aire libre y, si esto no es posible, poner a disposición de los comerciantes y usuarios los recipientes o sacos destinados a recibir los desperdicios.

1.2 Periodicidad de la limpieza de calles

Zonas urbanas a limpiar. Periodicidad. Clasificación de las calles

La importancia y la frecuencia del barrido de calle esta en función de la proporción del gasto que la municipalidad destina a mantener la limpieza de su ciudad.

Algunas ciudades se organizan distinguiendo varias categorías o clases de calles escalonadas en orden decreciente, teniendo en cuenta criterios como los siguientes:

- 1 °) Importancia de la calle y de su tráfico según las horas,
- 2 °) Ancho de las calles y de las aceras,
- 3 °) Nivel de limpieza deseado,
- 4 °) Cantidad de residuos y de suciedades habituales;
- 5.°) Crédito disponible para mano de obra y herramientas.

En general las calles suelen clasificarse en categorías, en función de su importancia, del tráfico y de la actividad dominante, de las suciedades que son su consecuencia y, en definitiva, de la amplitud de las operaciones de limpieza que exigen.



He aquí, por ejemplo, la distribución en cinco clases de las calles de una determinada ciudad.

- 1.a clase Calles comerciales de tráfico intenso (1 a 2 limpiezas por día).
- 2.a clase Vías residenciales de tráfico comercial muy activo (1 limpieza por día)
- 3.a clase. Calle de viviendas de alta densidad (1 limpieza cada 2 días).
- 4.a clase Calle de viviendas de densidad media (1 limpieza por semana).
- 5.a clase. Avenidas con villas y jardines (1 limpieza por quincena).

Tal clasificación es necesaria en todas las ciudades en que la aglomeración presenta alguna importancia, realmente, es casi siempre empírica, pues está en función de numerosos factores como longitudes de las calles a limpiar, de las dificultades encontradas en ellas y de otros factores propios de cada lugar.

1.3 Dificultades para mantener la limpieza en la vía pública

A menudo se observan inconvenientes para mantener la limpieza de las calles relacionadas con el tipo de calzadas, los materiales que la constituyen o con obstáculos que suelen colocarse en las aceras.

Así, los pavimentos lisos facilitan la limpieza, lo mismo que la pendiente de las cunetas, su buen estado y el perfil transversal y longitudinal de las calzadas.

Los pavimentos lisos, sin juntas, facilitan la limpieza y el lavado, pero esta consideración puede oponerse a las necesidades de la circulación que exigen pavimentos rugosos, antideslizantes por lo cual el ingeniero deberá esforzarse para conciliar las dos exigencias de pavimentos antideslizantes que hagan fácil y eficaz la limpieza. Por ejemplo, los pavimentos bituminosos de granulometría bastante tupida presentan una rugosidad suficiente y son convenientes para la limpieza

Es conveniente que las cunetas sean completamente lisas, para facilitar la circulación y que estén realizadas con hormigón enlucido o fratasado, o con materiales prefabricados lisos o asfaltados. También conviene vigilar que la pendiente longitudinal de las cunetas sea suficiente para asegurar la evacuación de las aguas de lluvia o de lavado: no se deben utilizar pendientes menores de 1 cm/m para evitar los charcos debido a ligeros e inevitables atascos (con una leve variación de la convexidad de la calle, la pendiente de la cuneta puede ser más fuerte que la del eje de la calzada).



Las mismas aceras deben presentar cierto grado de rugosidad para evitar resbalones en tiempos de lluvia. La gama de pavimentos está bastante extendida. asfálticos en frío o caliente, materiales prefabricados, cemento ruleteado. Las baldosas de gres o de cemento son igualmente convenientes

Por otra parte, los obstáculos naturales o los artificiales que constituyen los diversos equipos de la vía pública y su "mobiliario", suelen transformarse en un estorbo muy serio para el barrido manual o mecánico

A modo de ejemplo podemos citar.

- Carriles del tranvía, luces empotradas,
- árboles y rejillas de sus pies,
- candelabros,
- postes de señalización y parquímetros,
- bocas de incendios y postes de policía-socorro,
- buzones, armarios de correos y telegrafos,
- hitos kilométricos,
- urinarios y edículos varios,
- paneles publicitarios y objetos colocados por los comerciantes,
- terrazas de cafés, mostradores y quioscos diversos,
- refugios para los transportes públicos, bancos, cabinas telefónicas,
- etc.

Muy a menudo, los inconvenientes debidos a estos obstáculos podrían ser reducidos considerablemente con una mejor elección de sus emplazamientos o de su forma

Por ejemplo, alrededor de los árboles, en ciertos casos es posible reemplazar la rejilla tradicional, receptáculo de todas las suciedades, por una jardinera con flores, continua si es posible, limitada por un bordillo liso.

1.4 Datos de barrido de calles en algunas ciudades

Algunos datos de barrido, que pueden ser considerados en un análisis comparativo de las características y necesidades de sistemas de barrido, pueden encontrarse en el cuadro siguiente.



Ciudad	Tipo de barrido	NE de barrid.	Habs.(millones)	% cobertura calles pavim.	Rendimiento km/día
		S.y B. mecánic.			
San Rafael, Argentina	manual y mec	25 man , 2 mec	0,18	100	0,6
Rosano, Argentina	manual	7	1,1	100	2,4
San Luis, Argentina	manual	-	0,12	100	0,2
Godoy Cruz, Argentina	manual	180	0,19	100	0,5
Concordia, Argentina	manual y mec	2 mec	0,12	100	-
Perez, Argentina	manual	-	0,22	100	2,4
Granadero, Bargasnia, Argentina	manual	-	0,21	100	-
Villa Mercedes, Argentina	manual y mec	14 man, 2 mec	0,9	100	0,5
El Alto, Bolivia	manual	24	0,452	100	2,4
La Paz, Bolivia	manual y mec	1 mec	0,738	100	0,5-2
Oruro, Bolivia	manual	49	0,193	100	2,7
Potosi, Bolivia	manual	22	0,117	100	2,4
Sucre, Bolivia	manual	16	0,144	-	-
Tanja, Bolivia	manual y mec	20 man, 3 mec	0,096	100	2,7
Trinidad, Bolivia	manual	13	0,062	100	-
Cuntiba, Brasil	manual y mec	530 man, 5 mec	2,08	100	-
Sao Paulo, Brasil	manual y mec	5000 m, 4 mec	11,5	60	2
Joao Pessoa, Brasil	manual y mec	730 m, 1 mec	0,68	90	2
Salvador, Brasil	manual y mec	2 mec	2,3	56	-
Beio Horizonte, Brasil	manual y mec	2345 m, 2 mec	25	70	1,1
Brasilia, Brasil	manual	745	1,8	25	1,3
Rio de Janeiro, Brasil	manual y mec	5741 m, 26 mec	5,5	90	1,6
Santiago de Cali, Colombia	manual y mec	535 m., 10 mec	1,85	97	2,81
Alajuela, Costa Rica	manual	300	-	10	3
Escobedo, Mexico	manual	40	0,28	90	0,25
Benito Juarez, Mexico	manual	2	0,05	-	2
Guadalupe, Mexico	manual	55	0,8	-	-
Monte Rey, Mexico	manual y mec	18 mec	1,1	-	-
Garcia, Mexico	manual	10	0,25	30	-
Santa Catarina, Mexico	manual y mec	23 man mec	0,2	20	-
Salinas Victoria, Mexico	manual	4	0,014	80	2,5
San Nicolas, Mexico	manual y mec	119 m 1 mec	0,525	-	-
Apodaca, Mexico	manual	10	0,35	20	-
San Pedro Garza, Mexico	manual y mec	30 m 2 mec	0,113	100	2
Asuncion, Paraguay	manual y mec	204 m 4 mec	0,51	60	-
Lima, Cercado, Peru	manual	256	0,33	70	-
Chiclayo, Peru	manual	116	0,3	70	1,1
Ica, Peru	manual	1	0,11	68	7,5
Mercedes, Uruguay	manual	18	0,37	70	2,4
Col de Sacramento, Uruguay	manual	14	0,25	20	0,8
Saito, Uruguay	manual	29	0,1	3050	5
Tacuarembó, Uruguay	manual	20	0,45	40	2
Fray Benitos, Uruguay	manual	34	0,22	35	1
Durazno, Uruguay	manual	24	0,34	35	1,3
Rivera, Uruguay	manual	11	0,81	17	1
Montevideo, Uruguay	manual y mec	728 m, 14 mec	1,4	70	1,5
Artigas, Uruguay	manual	20	0,32	100	2,3



· Rendimiento por barrendero en Km/barrendero/turno de trabajo diario: incluye ambos lados de la calle

Fuente OPS Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU, 1996

Otros antecedentes de interés para el alumno, que le permitan tener una aproximación a los datos de rendimientos y costos se entregan en las tablas 3.2.6 (pág. 47), 3.2.7 (pág. 53), 3.2.9 (pág. 55), 3.2.10 (pág. 57) y 3.2.12 (pág. 61) del libro: "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Zepeda, 1997) que se entrega en diskette junto a los materiales del curso



Recolección y Transporte



Glosario

- *Basura*

Desperdicio, desecho, materia orgánica, inorgánica o inerte que por cualquier motivo bien por uso u otra razón ya no sirve y es eliminada. Técnicamente podremos hablar de Residuos Sólidos Urbanos

- *Cachureo o cirujeo.*

Cuando la recolección de la basura se realiza por "basureros" ambulantes sin ningún tipo de control

- *Caja compactadora.*

Receptáculo habilitado para realizar la compactación de los residuos sólidos con la finalidad de reducir su volumen, normalmente se utiliza para denominar el receptáculo donde son depositados los residuos en el camión recolector de basuras.

- *Cuadrilla de recolección:*

Grupo de personal empleados en la recolección de los residuos pertenecientes a un vehículo recolector

- *Densidad*

Relación entre la masa de un cuerpo sólido o líquido y el volumen que ocupa. La densidad aparente es la que poseen los cuerpos antes de ser compactados

- *Estanqueidad:*

Capacidad que poseen ciertos equipos de retener e impedir la entrada o salida al receptáculo de cualquier tipo de líquido sólido o gas, excepto que esta entrada o salida se realice por los dispositivos habilitados para dicho fin

- *Frecuencia de Recolección*

Sucesión o periodicidad de tiempo en el cual se repite la acción de recolección de los residuos sólidos urbanos en un mismo punto

- *Itinerario:*

Recorrido o ruta seguido por los diferentes vehículos recolectores durante la recolección de forma que mantienen constante el recorrido. Cada vehículo tendrá designado un recorrido (o itinerario) para la recolección de los residuos.

Recolección y Transporte

Glosario

- *Metal Galvanizado:*

Chapa de hierro recubierta por diferentes procedimientos de una ligera capa de zinc para evitar su corrosión.

- *Resistencia a la corrosión:*

Resistencia que poseen ciertos materiales para hacer frente al desgaste producido por las condiciones climáticas o acciones de los propios residuos (líquidos, sólidos etc.).

- *Resistencia a la Abrasión:*

Resistencia que poseen ciertos materiales para hacer frente al desgaste resistiendo las altas temperaturas.

- *Tolva:*

Receptáculo para el almacenamiento de los residuos sólidos en el vehículo recolector de basuras.





Bibliografía

En la Red de Educación a Distancia:

- Curso sobre Manejo de Residuos Sólidos Urbanos.
Universidad de Chile. Sede Occidente. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Departamento de Obras Civiles. Sección de Ingeniería Sanitaria.
Publicación C-33, Santiago de Chile 1982

- Curso sobre Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos S. U.
Universidad de Chile Sede Occidente. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
Departamento de Obras Civiles. Sección de Ingeniería Sanitaria
Publicación C-29, Santiago de Chile 1978

Desechos Sólidos, Sector Privado/Rellenos Sanitarios, Vol. 13.
Programa de Gestión Urbana - PGU
Oficina Regional para A.L.C
Quito-Ecuador.

Diagnóstico de la situación del manejo de residuos en A.L.C
F. Zepeda, P. Teixeira, A. Rossin, G. Acuro
División de medio ambiente Departamento de Programas Sociales y Desarrollo
Sostenible. Banco Iberoamericano de Desarrollo. 1997



Recolección y Transporte

Bibliografía

En bibliotecas.

Association Generale des Hyngie. Et Tecchniciens. Tecnicas de higiene urbana. Instituto de Estudios de Administracion Local. 1977.

Comunidad de Madrid Centro de Documentacion e Informacion. Cuadernos divulgativos en Materia de Residuos. 1987

Foster, W. Ingenieria Urbana y Servicios Tecnicos Municipales. Instituto de Estudios de Administración Local 1979.

Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo Gestion de Residuos Solidos. M.O.P.U. Tecnicas y servicios Urbanos S.A Servicio de Publicaciones. Madrid 1982

Opazo, U; Salinas, C. Ingenieria sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. Union Tipografica editorial Hispano-Americana, 1969

O.P.S/CEPIS Programa de Costos segun Servicios Prestados para el Sistema de Limpieza Publica (COSEPRE) Consta de guia tecnica, programa informatico y manual del usuario Lima, Peru, 1995

Solid Waste Collection Practice.American, Public Works Associaton. Chicago, Illinois 60637 1975

Tchobanoglous, G , Theisen, H; Vigil, S Gestion integral de residuos solidos McGraw-Hill 1994





Actividades de Aprendizaje

1- Trabajo con Módulo y Documento de Apoyo

En esta sección del módulo usted encontrará una serie de planteos que tienen la intención de orientarlo en su proceso de estudio y acompañarlo en la identificación de sus aspectos centrales.

El objetivo es que pueda reflexionar a partir de la información proporcionada sobre el proceso de recolección y transporte de residuos y relacionarlo con su propia realidad local

Los conceptos centrales de este proceso suponen la comprensión y análisis de las cuatro etapas que lo constituyen y de sus variables intervinientes. En este sentido le proponemos

1. Identificar las variables que influyen en un manejo domiciliario eficiente y mencionar qué consecuencias se derivan para el proceso de recolección y transporte de residuos sólidos.

2.a. Analizar como inciden en la etapa de recolección las características del vehículo y la cantidad de personal afectado a la recolección

2.b. La velocidad de carga es un factor determinante de un sistema eficiente de recolección de residuos. Mencionar que otros factores se deben tener en cuenta para mejorar la eficiencia

Recolección y Transporte



Actividades de Aprendizaje

3.a. Analizar qué efectos o consecuencias tiene una mayor distancia en el transporte y cuando y por qué la transferencia se convierte en una alternativa necesaria en la etapa de transporte.

3.b. En un plano de su localidad reconstruir el circuito que realiza un camión y calcular los tiempos de recolección y los tiempos fuera de ruta.

4. Identificar tres aspectos que determinen la eficiencia en la etapa de descarga

5.a. Para hacer un diagnóstico del proceso completo de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos sugerimos vincular las siguientes variables y tratar de identificar la mayor cantidad posible de relaciones que ayuden a obtener información significativa.

- tiempo de recolección
- toneladas recogidas
- población atendida
- tipo y cantidad de receptáculos por calle
- capacidad del camión
- cantidad de personal
- tiempo fuera de ruta

5.b. Analizar como intervienen estas variables en:

- la cantidad de basura recolección por hombre, por camión, por calle
- la relación número de hombres por minuto y tonelada de basura recolección

II- Pautas para recopilar información

a- Realizar el cálculo de la generación de residuos de su localidad, seleccionando el método que considere más importante.

b- Evaluar la densidad de los residuos producidos. En caso de no contar con el método o los elementos técnicos necesarios, utilice el rango de producción.

c- Considerar la frecuencia, horarios y modalidad de recolección.



Actividades de Aprendizaje

- d-** Identificar los diferentes tipos de receptáculos y puntos de acumulación.
- e-** Observar los vehículos utilizados en la recolección, número de camiones, tipo de tolva, número de operadores.
- f-** Analizar el itinerario que realiza cada vehículo. Tiempo de recorrido, distancias, cantidad de viajes.
- g-** Investigar acerca de acciones educativas y comunitarias que tiendan a resolver la problemática de la recolección de residuos sólidos urbanos
- h-** Reconstruir las diferentes modalidades que ha asumido la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos en los últimos 30 años en su comunidad. Evaluar los avances más significativos y las consecuencias para la comunidad y el medio ambiente.
- i-** Investigar sobre cambios e innovaciones en las modalidades en que se realiza la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos en su comunidad.

III- Definición de propuestas alternativas

En función de la información que usted ha recogido en su medio, identifique las principales problemáticas de cada etapa y sugiera una alternativa apropiada para cada una.

Elabore un plan alternativo de acción para su medio local articulando las sugerencias propuestas como solución para cada etapa e identificado la secuencia de recolección y transporte.

Recolección y Transporte





Pistas de auto-evaluación

1- Una variable es la forma de colocar los residuos para ser retirados. Los conceptos centrales deben incluir acumulación, densidad, volumen de almacenamiento

2.a. En el análisis sería importante considerar con respecto al vehículo su capacidad y grado de compactación. Con respecto al número de personas la velocidad con que cada hombre puede colocar residuos dentro del camión

2.b. La eficiencia del sistema significa la mayor cantidad de residuos en el menos tiempo posible. En ello van a influir factores como capacidad compactadora, número de hombres, diseño de itinerario, etc

3.a. Un camión de recolección de basura debe permanecer el máximo de tiempo de jornada de trabajo recolectando y el mínimo de tiempo transportando. Cuando esta relación no se da, se requiere un punto intermedio para trasvasar los residuos sólidos urbanos, denominado transferencia.

3.b. En el circuito realizado por el camión observar:

- el ancho de la calle
- el tipo de sector que se atiende (residencial, comercial, etc.)
- vehículos estacionados/aparcados
- ancho de la vereda
- altura de los edificios
- movimiento para seguir la ruta de recolección que obliguen a pasar dos veces por el mismo punto
- etc



Pistas de auto- evaluación

4- Es importante considerar la calidad de los accesos, la calidad del vertedero y el equipamiento mecánico del vehículo para proceder a una descarga más rápida.

5- Algunas relaciones posibles son:

-Velocidad de recolección por receptáculo Tiempo de recolección y número de receptáculos.

-Toneladas recogidas por hora vinculado a la cantidad total de basura recolección y el tiempo total empleado.

-Tasa de recolección vinculado al volumen de recolección y población.

-Cantidad promedio de basura en cada receptáculo vinculado a la cantidad de toneladas recogidas y tipo de receptáculo.

-Cantidad de basura recolección por hombre vinculando el peso total de recolección y cantidad de hombres recolectores

-Cantidad de basura recolección por calle vinculando el peso total y el número de calles atendidas.

-etc.

Recolección y Transporte





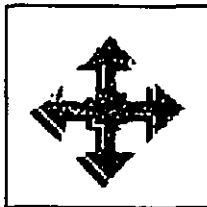
CEPAL-LPES



OPS



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CORDOBA



DEPARTAMENTO
EDUCACION A
DISTANCIA

MODULO DOS



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***

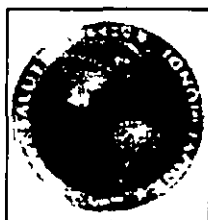


INSTITUCIONES RESPONSABLES



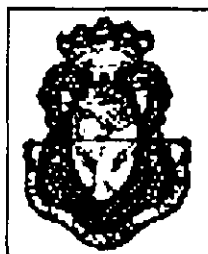
Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación
Económica y Social (ILPES)

Coordinación: Edgar Ortegón



Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)

Coordinación: Dalmira Pensa



AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Iipes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero



DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES PARA LA MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección:

Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General :

Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:

Adela Coria

Marcela Sosa

Arte y Diagramación:

Santiago Druetta

Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:

Gabriela Sabulsky

María Helena Saddi

Paola Roldán

Nancy Castellano

Joel Armando

Daniela Reynoso

Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILPES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)

María Angelica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)

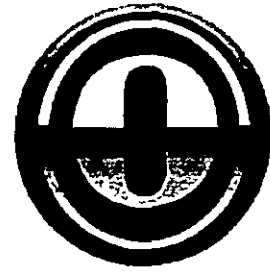




Indice

Objetivos	9
Introducción	10
Capítulo 1: Aspectos económicos y financieros del tratamiento y el reciclaje de RSU	13
Capítulo 2: Aspectos técnicos y sociales de la minimización y el reciclaje.	19
Capítulo 3: Materiales recuperables. Tratamientos	35
Capítulo 4: Fracción orgánica de R.S.U.	51
Capítulo 5: El reciclaje en América Latina y el Caribe	67
Capítulo 6: Incineración y otros procesos de tratamiento.	73
Glosario.	86
Bibliografía.	90
Actividades de Aprendizaje.	91
Pistas de autoevaluación.	94
Anexo	95





Objetivos

- Comprender la importancia de los procesos de recuperación de residuos sólidos urbanos y sus efectos económicos, sociales y ambientales.
- Reconocer las características de los materiales con posibilidad de recuperación observables en los residuos sólidos urbanos.
- Identificar la importancia de la recuperación de residuos según las posibilidades económicas, sociales y ambientales de cada contexto.
- Comprender y diferenciar las fases que componen los procesos de Compostaje e Incineración distinguiendo las ventajas e inconvenientes de estos procesos.

Tratamiento: reciclado e incineración





Introducción

Como se indico anteriormente la Agenda 21 define como manejo integral de residuos la consideración de cuatro areas de accion en todo proyecto de manejo de residuos sólidos, la minimización de la generacion, el reciclaje (o reciclado), la recoleccion y el tratamiento y disposicion final. Aunque la recolección y la disposición final, por su importancia, se tratan en otros modulos no es posible dejar de mencionarlos contantemente a lo largo de este módulo por la interdependencia que hay entre las cuatro áreas.

En este módulo se tratan los temas de minimizacion, reciclaje y tratamiento. Uno de los metodos de tratamiento es el compostaje de residuos solidos el que muchas veces se trata como un proceso de reciclaje por desviar una cantidad considerable de los residuos del flujo normal, para transformarlos en un mejorador de suelos (no es un fertilizante) con características similares a la del estiércol. En este trabajo se trata indistintamente el compostaje como reciclaje o como tratamiento.

Otro concepto que conviene aclarar es el de materia orgánica. Desde el punto de vista químico, además de los desperdicios de alimentos y los de jardinería, los materiales como el papel, el carton, el plastico, el caucho, la madera y sintéticos derivados del petroleo, son compuestos organicos. Sin embargo en el manejo de residuos solidos urbanos es comun denominar como materia organica unicamente a los materiales putrecibles o susceptibles de descomposicion biologica relativamente rápida como los desperdicios de cocina y de jardinería. En el curso se usan ambas acepciones segun el tema que se este tratando por lo que se recomienda al lector interpretar estos conceptos con criterio.

La minimización y el reciclaje tienen como objetivo disminuir el uso de recursos renovables y no renovables que la sociedad extrae de la naturaleza y minimizar en el impacto contaminante de los residuos en el medio ambiente. Contrariamente a la creencia generalizada de que el reciclaje produce dinero al municipio, estos procesos tienen un costo que debe ser pagado por la sociedad, generalmente a través de la tarifa. En el capítulo 3 de este módulo se muestran los beneficios que trae aparejados el reciclaje si se reintegran algunos materiales al ciclo industrial. Sin embargo estos beneficios son intramuros en la fabrica. Extramuros, el municipio tiene costos que no están internalizados en esos calculos como son los de la recolección selectiva, la clasificación, limpieza y el transporte a la fabrica. Estos procesos pueden estar usando energía, quemando combustible, causando problemas sanitarios y contaminando el ambiente en un grado que excede los ahorros en el proceso de producción. Por lo anterior es muy importante que el proyectista proporcione a los tomadores de decisiones todos los elementos de juicio.

Por otra parte, dejando a un lado el factor economico, el reciclaje es un fuerte instrumento social de participación de la comunidad, como lo muestran muchos ejem-



Tratamiento: reciclado e incineración.



Introducción

plos de proyectos bien diseñados en América Latina, como los de Brasil, Colombia, Argentina y otros países (ver Documento de Apoyo). Asimismo los costos del reciclaje bajan mas para el municipio mientras mayor participación social se logra, ya sea mediante la incorporacion de los segregadores informales o de voluntarios de la sociedad civil. Todos estos factores se tienen en cuenta al preparar un proyecto integral.

Finalmente se presentan en este Modulo, los procesos de tratamiento de compostaje e incineracion. El compostaje es un proceso que descompone la materia orgánica putrecible imitando los procesos de la naturaleza bajo condiciones controladas de ingeniería. Esto se puede hacer con procesos muy simples y a pequeña escala hasta en grandes plantas industriales y hay un sinnúmero de experiencias en América Latina (ver Documento de Apoyo). La incineracion por el contrario no existe en su versión moderna en América Latina por los altos costos de inversion y operacion que requiere, por lo que el Capitulo correspondiente se basa mas en la experiencia de los países industrializados

Tratamiento: reciclado e incineración



Capítulo



**Aspectos económicos y financieros del
tratamiento y el reciclaje de RSU**



1. Aspectos económicos y financieros del tratamiento y el reciclaje de RSU

Uno de los principales instrumentos para la evaluación de las alternativas de manejo integral de los residuos, lo constituyen los costos de inversión y los costos unitarios de los diferentes componentes del proyecto. A continuación, solo como marco referencial, se proporcionan los costos comparativos de las diferentes fases del manejo de residuos según la experiencia latinoamericana.

Cuadro 1.1 Costos de inversión y operación en América Latina

CONCEPTO	Inversión inicial ¹ US\$/ton inst/día	Costo operativo ² US\$/ton	Notas
Recolección convencional	15 000 - 20 000	20 - 40	
Recolección selectiva	10 000 - 15 000	150 - 400	Por el municipio sin apoyo social
Manejo residuos hospitales	150 000 - 250 000	500 - 1.500	Incluye recolección y tratamiento
Transferencia	5 000 - 7 000	5 - 15	Depende distancia e incluye equipo móvil
Relleno controlado	3 000 - 10 000	3 - 6	Sin manejo lixiviados ni impermeabilización
Relleno sanitario	5 000 - 15 000	5 - 15	Control ambiental completo
Planta reciclaje sin compostaje	2 000 - 4 000	6 - 8	Los ingresos medios son de US\$3 por ton
Compostaje	25 000 - 40 000	20 - 40	Generalmente incluye reciclaje en banda
Incineración	100 000 - 200 000	100 - 200	Experiencia países industrializados

1 Incluye obra civil, maquinaria y equipo. No se muestra la vida útil de las inversiones

2 Incluye el costo financiero y el operativo propiamente dicho

Como ya se indicó los costos anteriores son referenciales, es decir que para cada caso el analista debe solicitar cotizaciones a los fabricantes y calcular los costos unitarios de acuerdo con las condiciones locales. Los costos presentados solo tienen como finalidad suministrar al alumno bases para que tenga una idea de magnitud cuando comience a pensar en las alternativas del proyecto.

Tratamiento: reciclado e incineración



Como se puede observar en el cuadro, el relleno sanitario es la opción más económica y la que los especialistas recomiendan para América Latina y los países en desarrollo. Si el relleno sanitario se lleva a cabo con todas las técnicas de cuidado ambiental, el daño al ambiente es mínimo. El relleno sanitario debe existir siempre cualquiera que sea el método de tratamiento que se seleccione, por ejemplo las grandes plantas de cómpost siempre tienen un rechazo que puede variar de un 30 a un 50% de basura que entra a la planta y éste tiene que ir al relleno. En el caso de los incineradores la ceniza que varía de un 10 a un 15% también tiene que ir al relleno.

Los costos de las plantas de reciclaje y compostaje que se muestran en el cuadro, se refieren a las grandes plantas de reciclaje-compostaje que se construyeron en nuestros países desde la década de los 70s, en las cuales entraba toda la basura de la recolección convencional. Con las técnicas actuales de recolección selectiva estas plantas tienen características diferentes. Los costos de inversión y de operación de las plantas del cuadro se refieren al costo de pasar una tonelada de basura por la planta, y no el costo de producir una tonelada de material reciclado, ni de ni de producir una tonelada de cómpost

Por ejemplo la producción de cómpost en una planta típica en Latinoamérica tendría un retiro de reciclables de un 5% y un rechazo, lo que no sirve para cómpost ni para reciclables de un 35%. O sea, que pasa al proceso de cómpost un 60% de lo que entra a la planta. En el proceso de biodegradación y evaporación del agua, se pierde alrededor una tercera parte del peso o sea que la producción de cómpost sería aproximadamente el 40% o 400 kg por cada tonelada. O sea que para producir una tonelada de cómpost tuvieron que pasar 2.5 ton de basura por la planta y el costo de esto sería 60 a US\$100. El cómpost puede ser fabricado a pequeña escala, para poblaciones de 5.000 a 10.000 hab por métodos más artesanales y a costos más bajos posiblemente de unos 20 a 30 US\$/ton de cómpost. El mercado para la venta del cómpost ha sido siempre el problema principal de las plantas en gran escala, ya que se necesitan aplicaciones de 20 a 40 toneladas de cómpost por hectárea. En general los agricultores de cultivos finos encuentran abonos o fertilizantes alternos por precios de 5 a 10 US\$/ton, por lo que la producción de cómpost tiene que ser subsidiada. En Brasil, en las ciudades de Sao Paulo, Rio de Janeiro y Brasilia el precio de venta del cómpost en la puerta de la planta es generalmente de unos US\$ 6 por tonelada. En México las plantas que hubo no lograron crear un mercado fuera del propio del gobierno de la ciudad y el resto se llevaba periódicamente a los rellenos sanitarios. Si el cómpost se hace más fino y se embolsa para su venta para jardinería, entonces se pueden obtener mejores precios, pero el mercado es limitado. El propio municipio es generalmente el que usa el cómpost para sus parques y jardines y pero su consumo es generalmente menor que la producción.

En lo económico sucede algo similar con los productos del reciclaje. En las plantas se recuperan como reciclables entre un 4 y un 7% de la basura, El costo referencial de pasar una tonelada por la planta de reciclaje es según el cuadro de 6 a 8 US\$/ton de basura o sea, que si se recupera el 5%, habría que pasar 20 toneladas de basura para obtener una tonelada de reciclables, o sea que el costo de pasar esas 20 ton de basura sería de 120 a US\$ 160.



Los valores típicos de compra de los reciclables en América Latina, en las ciudades donde hay un mercado, se muestra en la tabla 1.2. Se observa que los valores de los productos más comunes en el reciclaje; cartón, papel, vidrio, chatarra y plástico, fluctúan entre unos 40 a 100 US/ton. En promedio los segregadores venden una tonelada de reciclables de 50 a 70 US\$/ton.

Es decir, que si se comparan los costos con los costos del reciclaje en planta, o con los de la recolección selectiva desde el punto de vista estrictamente económico, hay una pérdida o necesidad de subsidio.

En el siguiente capítulo se verán los aspectos técnicos y las ventajas sociales del reciclaje

Cuadro 1.2 Valores típicos de compra de los materiales reciclados en América Latina.

MATERIAL	PRECIO DE COMPRA US\$/TON			
	México ¹	Argentina ²	Brasil ³	Colombia ⁴
Cartón	50	60	25 - 110	45
Papel periódico	50	40	10 - 130	35
Papel bond	-	80	-	110
Vidrio blanco	-	45	10 - 60	40
Vidrio color	20	-	8 - 25	-
Botella	-	0 03 unidad	-	0 08 unidad
Plástico película	-	-	35 - 200	200
Plástico rígido	60	-	45 - 250	80
PET	-	0 - 100	70 - 200	Sin mercado
Fierro	-	-	15 - 50	10
Aluminio	-	400 - 700	400 - 620	450

1 Monterrey (98)

2 Buenos Aires (99)

2 Precios en todo el país variables según distancia a los centros de consumo (97)

3 Población de San Vicente a una hora de Medellín (99)

Tratamiento: reciclado e incineración



Capítulo



*Aspectos técnicos y sociales de
la minimización y el reciclaje.*



2 Aspectos técnicos y sociales de la minimización y el reciclaje.

2.1 Minimización

Como se menciona en la Agenda 21 (ver capítulo 1 del Documento de Apoyo) la minimización es una de las cuatro áreas programáticas del manejo integral de residuos sólidos urbanos. Consiste en evitar o disminuir la generación de los residuos. Las acciones principales que se pueden realizar para lograr este fin, son:

- Acciones regulatorias de los gobiernos nacionales o estatales que obliguen a los fabricantes de productos a usar menos empaque, embalaje y a solicitar una certificación de cumplimiento (punto verde que se coloca en producto).
- Acciones de la sociedad civil, generalmente como asociaciones de consumidores, para exigir menos empaque y embalaje en los productos para que los consumidores puedan elegir los de punto verde y boicotear los no certificados.
- Concertación voluntaria entre los productores para disminuir la generación de residuos y facilitar su reciclaje, a través de fundaciones u ONGs que ellos apoyan como CEMPRE y SUSTENTA

Entre los programas más comunes que intentan lograr esto, están el programa DUAL de Alemania (ver Documento de Apoyo) y que consisten en solicitar a los habitantes de barrios suburbanos que hagan compost con sus residuos de jardín, programas para incentivar el uso de envases retornables, y las campañas de educación sanitaria

En el ámbito local municipal se pueden implementar algunas acciones, pero las de mayor impacto son las legislativas que se toman en el ámbito nacional. Si los programas son razonables y no muy costosos el principio prioritario de prevenir la generación de basura antes que reciclarla o tratarla se habrá cumplido.

Tratamiento: reciclado e incineración



2.2 Reciclaje

El reciclaje puede hacerse de muchas formas, entre las cuales destacan.

Plantas mecanizadas tipo reciclaje-compost

En la década de los 70s se comenzó la instalación de plantas en las que los camiones, que realizan una recolección convencional, descargan toda la basura mezclada en la planta y salen tres flujos, los reciclables con mercado, el compost y el rechazo que se lleva a un relleno. Las plantas grandes son generalmente modulares y cada banda de clasificación generalmente tiene una capacidad de 8 a 10 ton/hr. El tipo más usado tiene las siguientes operaciones unitarias:

- Pesaje
- Descarga en fosas o patios de almacenamiento
- Mecanismo alimentador al proceso (gruas de pólipo o almeja, o tractores de carga frontal)
- Bandas móviles de selección de reciclables a cuyos lados se colocan los segregadores
- Banda imán superior para retirar los ferrosos
- Molino de martillos para moler la basura restante
- Cribas vibratorias que separan los finos, que van al proceso de compostaje, de los gruesos que van como rechazo al relleno.
- Proceso de compostaje en pilas de 1.80 m de alto, que se voltean frecuentemente durante unas tres semanas, o a biodigestores (tambores rotatorios muy grandes u otros con tiempos de retención de 24 a 48 hs) para después pasar a pilas también. El volteo de las pilas se hace por medio de tractores de carga frontal, unas dos veces por semana las dos primeras semanas y luego cada semana o cada 10 días.
- Maduración en pilas (generalmente de dos a tres meses)
- Molhenda adicional para producción de compost fino. Solo una porción se muele según el mercado



Tratamiento: reciclado e incineración.



- Proceso de embolsado del cómpost fino. El compost grueso se vende a granel.

Las ventajas de este tipo de reciclaje son que disminuye la cantidad de los residuos que van al relleno hasta en un 70%, disminuyendo el uso de suelos y aminorando la contaminación producida por los lixiviados. Otras ventajas son el ahorro de energía y recursos naturales en los procesos productivos, que utiliza mano de obra de los segregadores que antes estaban en los rellenos o basureros y que mejora los suelos agrícolas donde se coloca el cómpost. Las desventajas son que se tiene que pasar toda la basura municipal por la planta, los costos de inversión y operación que son altos, y que la población no participa activamente en el proceso.

Existen muchas variaciones sobre este tipo de plantas, por ejemplo la de evitar la fabricación de compost y solo tener el proceso de reciclaje como en las grandes plantas de la Ciudad de México. Otra posibilidad es la de establecer plantas de menor tamaño para pequeñas comunidades, que hacen lo mismo que las anteriores pero en pequeña escala, como se ha hecho en Brasil. Los costos en estos casos son siempre mayores que los ingresos.

Depósitos o centros de recepción

Consiste en colocar contenedores, tambores u otros recipientes, en centros estratégicos repartidos por la ciudad a donde se le pide a la comunidad que lleve sus residuos debidamente separados, para colocarlos en los recipientes correspondientes a papel, plástico, aluminio, etc. Las campañas de comunicación social deben ser muy intensas para que los programas tengan éxito y la recolección y limpieza de esos lugares debe ser constante para evitar las quejas de los vecinos. La recolección puede hacerla el municipio, empresas privadas contratadas o preferentemente, las cooperativas de segregadores que se hubieran formado, si ese fuera el caso. Es muy común tener un alto grado de mezcla hasta que se educa bien a la ciudadanía sobre cuales elementos son fácilmente reciclables y cuales no.

Un programa muy exitoso es aprovechar las escuelas o colegios como centros de recepción, con la participación de los alumnos. Se tiene que tener cuidado de mantener la limpieza para que no se conviertan en focos de propagación de enfermedades como el dengue, la malaria y otras.

Las ventajas de estos métodos son que los costos de recolección son menores, que se pueden usar con ventaja en barrios de población dispersa, que se pueden usar los espacios de los centros de recepción para publicidad y obtener algunos patrocinios y que la posibilidad de separación en varios recipientes facilita la separación posterior. Los pro-

Tratamiento: reciclado e incineración



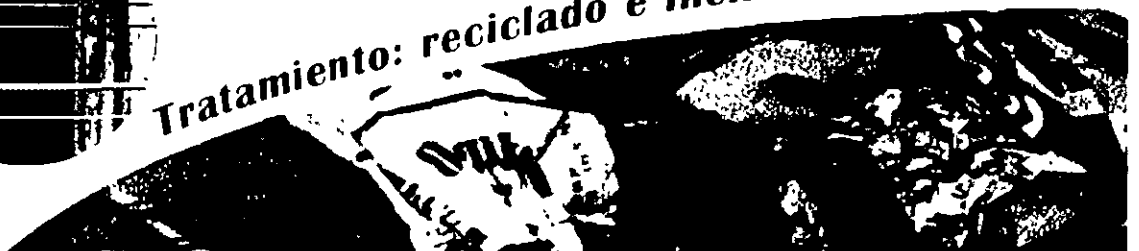
ductos recogidos se llevan posteriormente a un centro de acopio, en ocasiones en el relleno sanitario, donde se separan, se limpian y empacan los materiales para su venta. Estos centros de acopio pueden estar en un solo lugar en las ciudades pequeñas o distribuidos estratégicamente en las ciudades grandes, sobre todo si se trata de cooperativas de segregadores que usan carretas manuales para la recolección

Las desventajas de este método son que en los hogares se requieren varios recipientes, que demanda mayor disposición de la población para llevar sus reciclables hasta los centros de recepción, que los centros de recepción sufren actos de vandalismo, que se exige constante limpieza en los centros y que no permite identificar que hogares están cumpliendo con el programa. Los costos son caros cuando el municipio realiza la recolección, llegando por ejemplo en Buenos Aires a tener costos de US\$ 300 o más por tonelada recolectada de reciclables, lo que excede mucho su valor de venta en el mercado local.

Recolección selectiva de reciclables y materia orgánica, casa por casa

Este método ha empezado a usarse con mayor frecuencia a partir de la década de los 90s, consiste en solicitar a la población mediante fuertes campañas de educación y capacitación que separe su basura dos o tres componentes para no complicar mucho el proceso y para que no tengan que tener muchos recipientes en sus casas. Cuando el servicio de recolección normal usa camiones compactadores, para la recolección selectiva se tienen que usar vehículos no compactadores paralelamente. En localidades muy pequeñas que normalmente usan camiones no compactadores, estos se pueden adaptar con compartimentos, o tambores, para hacer todo en el mismo camión. Cuando hay cooperativas con carretas manuales, estas generalmente pueden pasar poco antes o poco después por la ruta del camión recolector, o bien tener días especiales de recolección de reciclables. En el caso de la materia orgánica, cuando se va a fabricar *compost*, el peso volumétrico alto que tiene hace más económica su recolección selectiva. En el caso de los reciclables, su bajo peso volumétrico y el no poderlos compactar hace muy cara su recolección. Generalmente los pasos y operaciones necesarios para establecer una recolección selectiva requieren de

- Estudios y reestructuración de las rutas, días y horarios de recolección convencional
- Estudios, rutas, días y horarios de la recolección selectiva
- Selección de equipos de recolección selectiva



- Campaña intensiva de educación ciudadana
- Capacitación del personal de recolección convencional y selectiva (o de las cooperativas de segregadores)
- Establecimiento de centros de acopio y de los equipos de limpieza y empaçado y de espacios para almacenamiento temporal.
- Establecimiento de la planta de compost, con o sin vermicultura, si es que se ha decidido llevar a cabo este proceso

Los centros de acopio en los países industrializados, generalmente son grandes plantas de reciclaje donde los materiales mezclados productos de la recolección selectiva pasan por bandas moviles donde se separan algunos materiales mecanicamente y otros en forma manual, para su posterior limpieza o molienda, y empaçado según proceda. En los países en desarrollo, con mano de obra mas barata, no se usa mucha maqunaria y estos procesos generalmente se hacen manualmente en espacios libres. Solo se usan prensas manuales, o hidraulicas si el volumen lo amerita, y otros equipos sencillos. Los espacios de almacenamiento deben preverse para unas 10 toneladas de cada subproducto, o lo que los transportistas soliciten según sus vehiculos.

Las ventajas de este tipo de reciclaje, ademas de las ambientales y ecológicas, son las de evitar al usuario el viaje a los centros de recepción, facilitarle la separación en solo dos o tres recipientes o bolsas, permite evaluar y medir el grado de participación ciudadana y la identificación de infractores, cuando es obligatoria, y que se agiliza la descarga en el centro de acopio. Las desventajas son que requiere de una infraestructura de recolección mas sofisticada, que la limpieza y separación es mas complicada en el centro de acopio, y que los costos son muy altos

Al final de este capitulo se expone un ejemplo de costos de recolección selectiva que ilustra este punto.

Cualquiera que sea el método de reciclaje que se escoja, es muy recomendable que este tipo de proyectos se inicie de manera piloto en ciertos barrios de la ciudad para ir ganando experiencia, y si se tiene éxito y los costos no son exagerados, extenderlos poco a poco a otras zonas.

Tratamiento: reciclado e incineración



2.3 Reciclaje y cómpost en pequeñas comunidades.

En principio todo lo expuesto anteriormente es válido para pequeñas comunidades. Se recomienda al alumno que vea los ejemplos de Colombia (San Vicente) y de Argentina (los ECOCLUBES) que reseñan en el Documento de apoyo.

Recolección selectiva y reciclaje en pequeñas comunidades

En lo referente a la recolección selectiva, si el camión o camiones no son compactadores, la recolección selectiva se facilita mucho ya que se pueden colocar compartimentos o tambores en el mismo camión recolector. Si no se puede la recolección de los reciclables y materia orgánica puede recolectarse por separado en una carreta manual, de mulas o jalada por un tractor agrícola o por una camioneta pick-up.

Los reciclables pueden ser separados, limpiados y empacados en un centro de acopio que puede estar en un almacén con guardianía, o en el mismo relleno sanitario. Debe recordarse que debe tenerse un espacio de almacenamiento grande para cada material seleccionado, como para justificar que una carga de camión transportista. Como el tiempo para juntar una carga será grande, se tienen que tener cuidados especiales para no crear en los almacenes focos de infección o reproducción de vectores.

También puede hacerse uso de plantas de reciclaje-compost pequeñas, en las que la basura se procesa de igual manera que las descritas en el inciso anterior solo que son menos sofisticadas. Las operaciones unitarias son las mismas, solo que la mayoría de ellas son manuales..

Compostaje en pequeñas comunidades

Si se ha decidido reciclar la materia orgánica a través del compostaje, este proceso puede hacerse por medio de pilas, por lombricultura o por una combinación de ambos.



Las plantas pequeñas donde se recibe toda la basura mezclada se utilizan mucho en Brasil. Según algunos informes una gran cantidad de ellas han sido cerradas por no poder los municipios sufragar los gastos. Generalmente su capacidad es de 20 a 50 ton/día de basura y los procesos son similares a los descritos para las de mayor envergadura

En las plantas de ciudades donde se hace recolección selectiva, casi siempre son de tipo manual. Por ejemplo las plantas usadas por los ECOCLUBES en Argentina, reciben una o dos toneladas al día, y la operación la realiza un solo hombre manualmente. Las plantas consisten de plataformas de concreto u hormigón de unos tres por cinco metros donde los camiones vacían la materia orgánica y un hombre las apila a pala, para tener pilas de 1.50 a 1.80 m de alto con unos taludes y una base dados por el ángulo de reposo de la basura que es de unos 45 grados, intentando tener una sección trapezoidal. Las plataformas tienen drenes para los líquidos lixiviados que los conducen a fosas sépticas para su tratamiento. Otro modo es hacer pilas de forma cónica. Lo importante es tener un alto como el descrito para que la masa de basura en descomposición guarde el calor y destruya a los microorganismos patógenos. En ocasiones se cubre la pila con paja, cuando se tiene problemas con las moscas o hace mucho frío. A los pocos días la temperatura en la pila llega a 60 o 70°C, pero el aire que quedó atrapado habrá sido utilizado por las bacterias que llevan a cabo la degradación y se necesitará voltear la pila para incluir más aire. El volteo de la pila se hace con pala pasando la basura a la siguiente plataforma de modo que la basura que estaba en la superficie quede en el centro de la nueva pila. Al final del proceso se tiene el compost listo, el cual podrá pasarse por un pequeño molino y por unas cribas planas de las usadas para cernir arena en las obras o de preferencia una tipo "trommel" rotatoria, o para darle una granulometría aceptable, vendiendo el grueso para la agricultura a granel y el fino para jardinería en bolsas, para lo que se deberá contar con una selladora de bolsas de plástico.

Si se desea a combinar el proceso con la lombricultura, el compost crudo, es decir el que solo tiene un par de semanas, en lugar de pasar a maduración se lleva a las camas de lombrices. Estas son de varios tipos. Por ejemplo en Argentina se usan unas mallas de tela plástica, con una abertura tal que puedan pasar las lombrices y con un área aproximada de 1.5 x 4 m, cuyos cuatro extremos se amarran a estacas de unos 50 cm. para darles forma, y dentro se coloca el compost crudo y se siembra con lombrices, casi siempre de la roja californiana. Cuando las lombrices terminan el sustrato de esa camada de compost ya se habrá colocado una nueva camada inmediatamente después y las lombrices solas emigran a la nueva camada. El compost producido se lleva a los procesos de molienda o cribado al igual que en el caso anterior. Todo el proceso es a cielo abierto y la planta solo tiene un almacén para guardar las herramientas y el equipo.

Si se quiere usar solamente la lombricultura como proceso de compostaje, se puede usar

Tratamiento: reciclado e incineración



el método de cajas. La planta solo requiere de un techado de tipo industrial para dar sombra. Actualmente se utilizan cajas de plástico de unos 30 x 40cm en los lados, por 20 de profundidad, perforadas en el fondo, muy similares a las cajas que se usan en las tiendas y supermercados. Las cajas se llenan con la basura recién recibida del servicio de recolección selectiva y se colocan sobre el piso, preferentemente de cemento u otro material lavable. Las primeras cajas se siembran con lombrices. Cuando el operario de la planta calcula que las lombrices ya agotaron la comida en esa caja, sobre ella se coloca otra caja con basura fresca para que las lombrices emigren a ella a través de las perforaciones del fondo. La caja inferior se retira cuando ya han emigrado las lombrices, su contenido de cómpost se vacía al piso, se deja secar si es necesario y posteriormente se muele, se criba, y se embolsa el fino

2.4 Ejemplo de cálculos de costos en la recolección selectiva.

Supongamos que en una ciudad se ha seleccionado una camioneta pick-up con caja adaptada, no compactadora, de 3 m³ para realizar la recolección selectiva. Supongamos también que esta camioneta realizara una labor que consiste en seguir al camión recolector del ejemplo #1 del Módulo 1 - Capítulo 5. Los datos que aparecen abajo se supone que fueron obtenidos de los estudios previos y de solicitudes de cotizaciones a los fabricantes de equipo. Supongase también que el contratista privado que maneja la recolección convencional tendrá el contrato de recolección selectiva. Para fines del ejemplo supongamos lo siguiente

Costos de capital

- Camión de 3 m³ de capacidad con costo inicial de US\$30.000
- Vida útil 6 años (las empresas privadas generalmente deprecian en 5 años)
- Intereses 12%

Costos de personal

- un chofer y un ayudante con salarios mensuales de \$200 el chofer y \$150 el ayudante
- Cargas sociales sobre los salarios 50%



Mantenimiento

- Costo de mantenimiento 12% del costo inicial

Consumos

- Consumo de llantas 7 al año con un costo de \$150 c/u
- Consumo de combustible 25 lts de gasolina por turno

Costos de administración

- Gastos de seguros, fianzas y garaje 5% del valor del vehículo en promedio anual
- Costos administrativos y de supervisión 10% del costo directo anual
- Costos de reserva 15% anual de los costos directos

Utilidad

- Utilidad si el servicio es contratado a empresas privadas 20% de los costos directos. Si el servicio es municipal se puede obviar este costo.

Datos sobre la generación y características de la basura.

- Generación total por capita 0 77 kg/hab/día
- Análisis de la capacidad de separación de reciclables de la población 6% del total
- Peso volumétrico de los reciclables 125 kg/m³

a) Costo anual del vehículo

a.1 Costo de capital

La amortización del capital se obtiene con el factor de recuperación del capital (ver

Tratamiento: reciclado e incineración



Documento Apoyo Cap 6):

El factor de recuperacion del capital (FRC) será:

$$\text{FRC} = [1(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1] = [0.12(1+0.12)^6] / [(1+0.12)^6 - 1] \\ = 0.237 / 0.974$$

$$\text{FRC} = 0.24323$$

Nota; el FRC puede ser obtenido de las tablas amortización que se pueden encontrar en los libros sobre ingeniería económica o de economía. A las tablas se entra con el interes "i" y la vida útil "n"

y la amortización, que incluye la depreciación y los intereses, sera:

$$A = 0.24323 \times 25.000 = \text{US\$ } 6.081 \text{ por año}$$

a.2 Costos de personal

$$\text{Chofer} = 200 \times 12 = \$2.400 \text{ por año}$$

$$\text{Ayud} = 150 \times 12 = \$1.800 \text{ por año}$$

$$\text{Cargas Soc} = \$4.200 \times 0.5 = \$2.100 \text{ por año}$$

$$\text{Total personal} = \$6.300 \text{ por año}$$

a.3 Costos de operación



a) Mantenimiento

$$M = \text{factor mant.} \times \text{Costo inicial} = 0.12 \times 25.000 = 3.000 \text{ por año}$$

b) Consumos

$$\text{Combustible} = 25 \text{ lt} \times 310 \text{ día/año} \times 1.00 \text{ \$/lt} = \$ 7.750 \text{ por año}$$

$$\text{Llantas} = 7 \times 100 = \$ 700 \text{ por año}$$

Suma de costos directos es \$ 17.756

a.4 Costos de administración

$$\text{Seguros, fianzas, etc.} = 0.05 \times 25.000 = \$ 1.250 \text{ por año}$$

$$\text{Administracion} = 0.10 \times 17.756 = \$ 1.776$$

$$\text{Costos reserva} = 0.15 \times 17.756 = \$ 2.664$$

$$\text{Total Admon.} = \$ 5.690$$

a.5 Utilidad

$$U = (\text{Costos directos} + \text{costos indirectos}) \times 0.20 = (17.756 + 5.690) \times 0.2 = 23.746 \times 0.2$$

$$U = \$ 4.689$$

Costo total anual del camión = \$28.435

Tratamiento: reciclado e incineración



b) Rendimiento o productividad del camión

La productividad del camión se define como la cantidad de toneladas que recoge por unidad de tiempo. La unidad de tiempo puede medirse por turno, por día, por semana o por año. Para que las unidades sean congruentes con los cálculos de costos anteriores, utilizaremos el rendimiento medido en toneladas recolectadas por año.

El camión recolector convencional cargaba una cantidad de 10.12 toneladas de basura o sea el equivalente de 3.057 casas de 4.3 personas que generan 0.77 kg c/u. Como ahora ese camión solo recogerá el 94% de eso, porque los reciclables que son el 6% serán separados, entonces el número de casas servidas por el compactador en un turno serán de 3 252 para que se alcancen las 10.12 ton de su capacidad por turno. O sea que el ahorro en la recolección convencional, debido a la recolección selectiva consiste en que el camión compactador ahora podrá dar servicio a 195 casas adicionales.

La camioneta para reciclables deberá levantar en un turno, el 6% del total o sean 0.646 ton/día

Rendimiento por año: $Ra = 0.642 \text{ ton/día} \times 312 \text{ días/año} = 200 \text{ ton/año}$

c) Costo unitario por tonelada

Con los costos anuales obtenidos y el rendimiento anual se calcula fácilmente el costo unitario como sigue:

Si conocemos que el valor de venta de esos reciclables varía de \$50 a \$70 ton de inmediato se ve que el servicio tiene un costo deficitario de unos \$80 por ton. A esto habrá que agregar los costos que se tendrán en el centro de acopio para separar, limpiar, empacar y comercializar los productos.

$CU = \text{Costo anual vehículo} / \text{Rendimiento anual} = \$ 28435 / 200 \text{ ton} = \$ 141 \text{ por ton}$

d) Tarifa media de recolección

La tarifa de recolección de recolección convencional se verá reducida por servir el camión compactador a más habitantes:

• Generación media per capita $PPC = 0.77 \times 0.94 = 0.724 \text{ kg/hab/día}$



Tratamiento: reciclado e incineración.



- Personas por familia hab/fam = 4.3

La producción media de basura en la recolección convencional era de 1.21 ton/fam/año. Ahora sin los reciclables será:

$$\text{Prod Anual Familia} = 0.724 \times 4.3 \times 365 = 1.136 \text{ kg} = 1,136 \text{ ton/fam/año}$$

El costo de recolección por familia en la recolección convencional era de \$34.36 por año. El costo de recoger esa cantidad anual será ahora, sin los reciclables.

$$\text{Costo anual por fam} = 1,136 \text{ ton/fam/año} \times 28.40 \text{ \$/ton} = \$ 32.26 \text{ por fam al año}$$

El costo de la parte reciclable por familia será ahora:

$$\text{Producción por familia de reciclables} = 0.06 \times 0.77 \times 4.3 \times 365 = 72.5 \text{ kg/año}$$

$$\text{Costo fam año} = 0.0725 \text{ ton/fam/año} \times 141 \text{ \$/ton} = \$10.22$$

El valor de venta de los 72.5 kg que produce una familia será = 0.0725 ton x 60 \$/ton = \$4.35, o sea que la tarifa al usuario por recolección selectiva sería de = 10.22 - 4.35 = \$ 5.87, que si la sumamos a la de convencional daría una tarifa total de = \$5.87 + \$32.26 = \$38.13 o \$3.18 por mes

<i>Tarifa mensual si se usa recolección convencional</i>	\$ 2.86
<i>Tarifa mensual si se usa recolección selectiva</i>	\$ 3.18

Así las tarifas comparativas entre recolección convencional y selectiva serían.

Los datos anteriores son para una eficiencia de separación de 6% y suponiendo una participación del 100% de los hogares, lo cual no es fácil de lograr. A los costos anteriores deberán agregarse los costos de los centros de acopio y del cómpost si se desea incluir este proceso. Los promotores del cambio a recolección selectiva deben justificar ante los Concejales Municipales el aumento de tarifas de un 11%, con las ventajas sociales y políticas que tienen este tipo de proyectos.

Tratamiento: reciclado e incineración



Capítulo



Materiales recuperables. Tratamiento



3. Materiales recuperables. Tratamiento.

Como se anticipara en un comienzo, existen diversos tipos de materiales que conforman los R.S.U.

El tipo de material definira las posibilidades de tratamiento, ya sea a través de la recuperación y/o reciclaje, o de la incineración.

Específicamente para la recuperación, los materiales mas utilizados son el aluminio, el papel y el carton, el plástico y el vidrio.

3.1. Latas de aluminio.

¿Por qué ha llegado a tener tanto éxito el aluminio en Latinoamérica comparandolo con otros materiales tales como, papel de periódico, vidrio y plásticos? .

El papel de periódico, el vidrio y el plástico usado, deben competir con las materias primas utilizadas para su fabricación, y estas materias virgenes son abundantes y baratas. Por contrapartida, el mineral de aluminio debe ser importado. Otra razón radica en que la industria del aluminio reconoció las ventajas de un mercado doméstico y estableció la infraestructura necesaria para su transporte y procesamiento. Una infraestructura comparable no existe todavía para el resto de los materiales reciclables.

Este material tiene sentido para los productores desde el punto de vista económico, por varias razones:

- La mayor parte de la bauxita necesaria para producir aluminio nuevo tiene que ser importada (los productores importantes son Jamaica, Australia, Surinam, Guyana y Guinea) y hacen falta 4 Kg de bauxita para producir 1 Kg de metal nuevo;
- La energía necesaria para producir una lata a partir de aluminio reciclado es menor que el 5 por ciento de la energía necesaria para producir una lata a partir de materias primas,
- Las latas recicladas son de una composición uniforme y conocida, y las impurezas son separadas fácilmente;
- Permite que los fabricantes de latas de aluminio puedan competir favorablemente con los fabricantes de vidrio y de metales. Casi todos los recipientes metálicos de cerveza y el 93 por ciento de las latas de refrescos son de aluminio

Tratamiento: reciclado e incineración



3.1.1. Posibilidades de reutilización.

Las latas de aluminio pueden provenir de centros de recompra o de centros de recolección para la recuperación. También pueden provenir de personas que de forma independiente recogen este material para posteriormente venderlo. Algunos países desarrollados cuentan con depósitos obligatorios para recipientes de bebidas y han establecido centros de depósito en los supermercados. Los chatarreros también compran artículos de aluminio fundidos y forjados, tales como muebles de jardín, tuberías, contrapuestas, umbrales, marcos de ventanas, recubrimientos, canalones, herramientas eléctricas y piezas de baterías de cocina. Los fabricantes de aluminio completan el ciclo a través de contratos con recicladores independientes, chatarreros, otros fabricantes de aluminio y desmontadores de automóviles. Las aleaciones y la chatarra de aluminio que no proceden de recipientes no se aceptan junto con las latas de aluminio porque éstas son de elevada pureza proporcionando lingotes de 99,9% de aluminio, los que son aceptados a muy buen precio por industrias muy exigentes como la automotriz.

3.1.2. Especificaciones para latas de aluminio recuperado.

Los centros de recolección y otros compradores, aceptan todas las latas que están libres de una contaminación excesiva, como puede ser la generada por la suciedad y los residuos de comida. Los compradores compactan y empaquetan el material según las especificaciones que cada fábrica realiza sobre las dimensiones, peso y número de bandas; a su vez las fábricas mandan "informes de notas" a sus suministradores, informándoles de las deficiencias. La mayoría de los centros comunitarios de recuperación no aceptan papel de aluminio usado porque normalmente está contaminado, pero algunos grandes compradores lo aceptan si está razonablemente limpio.

3.2. Papel y cartón.

Por su peso, el papel constituye un componente importante de los residuos sólidos urbanos. En consecuencia, se puede pensar que un incremento en la recolección del papel representaría una ocasión relativamente fácil para desviar materiales de los vertederos, reutilizar fibras, reducir el impacto sobre los bosques y reducir el consumo de energía. Desgraciadamente, solo se puede reutilizar una parte del papel desechado, debido principalmente a consideraciones económicas y de logística:

- la fibra virgen es abundante y relativamente barata donde hay extensos bosques,
- muchos centros urbanos están localizados a largas distancias de las fábricas de papel y
- la capacidad de las fábricas para destintar y reutilizar el papel usado es limitada.



3.2.1. Posibilidades de reutilización.

En las fábricas de papel siempre se han reciclado productos dañados y rechazos de transformadores (plantas de fabricación de productos de papel) porque el material es de una composición conocida, normalmente sin impresión, y a menudo, puede utilizarse como sustituto directo de la pulpa. Los fabricantes de papel compran el papel residual usado basándose en la fuerza, el brillo y el rendimiento de la fibra, según el tipo de producto fabricado.

Los principales tipos de papel actualmente reciclados son: papel de periódico, cartón ondulado, papel de alta calidad y papel mezclado

- **Papel de periódico.** Se los puede dividir en cuatro calidades de papel reciclado, la clase destintador, el papel higiénico, pañuelos de papel y papel de más alta calidad, mientras que las otras clases se utilizan principalmente para producir cartón y productos para la construcción. También se puede utilizar para papel de periódico reciclado o en calidad baja para la conversión en cartón y contenedores ondulados o para aislante de celulosa y camas de animales.
- **Cartón ondulado.** El cartón ondulado es la fuente individual más grande de papel residual para la recuperación. Los mercados para el cartón empacado de buena calidad han sido históricamente estables y muchos generadores comerciales, como supermercados y otros comercios, manejan suficientes cajas como para justificar empacadoras propias. Las cajas de cartón ondulado recuperadas se utilizan principalmente para fabricar material (lámina o medio) para las nuevas cajas de cartón (lámina se refiere a las capas exteriores; medio es la capa interna ondulada).
- **Papel de alta calidad.** Los papeles de alta calidad usados incluyen papel de informática, papel de cuentas blanco y coloreado, (papeles de hilo para máquinas de escribir y otros papeles), libros guillotnados (es decir, con los dorsales y tapas separadas) y papel de reproducción. El mercado para este material ha sido históricamente estable, porque el papel de buena calidad (es decir, sin tratamiento, no satinado y que contiene un alto porcentaje en fibras largas) puede sustituir directamente a la pulpa de madera o puede ser destinado para producir papel higiénico o papeles de hilo de alta calidad.
- **Papel mezclado.** El papel mezclado no se limita por los cubrimientos o los contenidos de fibras sino que se limita por los papeles no aptos (tales como papel carbono) a un 10 por ciento. El papel mezclado puede estar formado principalmente por periódicos, revistas y diversos papeles con fibras largas. Normalmente el papel mezclado se utiliza para producir cartón para cajas y productos prensados misceláneos. Un grado más alto, el supermezclado, se limita a menos del 10 por ciento de pulpa de madera y a menudo, se utiliza como una calidad de destintamiento.

Tratamiento: reciclado e incineración



3.2.2. Usos importantes del papel.

Las cuatro calidades principales de papel presentados anteriormente se combinan frecuentemente en tres categorías según su forma de procesamiento o el tipo de producto final, sustitutos de pulpa, calidad de destintamiento, calidades brutas, aunque también puede tener otros usos.

- **Sustitutos de pulpa.** Son los papeles que pueden añadirse directamente a una pulpadora de papel sin tratamiento. Por lo general, las fábricas de papel prefieren residuos industriales limpios de los transformadores; el residuo más frecuentemente utilizado es el papel de impresión sin pasta de madera.
- **Calidad de destintamiento.** Estos son papeles recuperados que se convierten en pulpa, se destintan químicamente y se blanquean con cloro antes de introducirlos en la masa principal de la pulpa. Las calidades típicas son papel de periódico destintado y papeles de mejor calidad no aptos para ser usados como sustitutos directos de la pulpa, como papel de cuentas coloreado y papel de cuentas blanco impreso. La mayor parte del papel destintado se utiliza para producir papel de periódico, papel higiénico, servilletas, rollos de cocina y cartón de cajas de alta calidad.
- **Calidades brutas.** Son papeles recuperados que se utilizan sin destintarse para producir cartón de cajas, lámina y medio para cajas de cartón ondulado, cartón comprimido, y productos de construcción como papel de fieltro y tabla de fibra prensada. Las calidades brutas incluyen papel de periódico, ondulado y papel mezclado. Estos papeles forman la mayor parte del flujo de residuos y teóricamente, se pueden desviar de los vertederos, pero la demanda actual en el mercado y la potencial para la recuperación están limitadas por la capacidad de las fábricas.

Además de los usos citados anteriormente, el papel dispuesto para la recuperación también puede usarse en la elaboración de productos de construcción como combustible derivado de residuos, o para la exportación.

- **Productos de construcción.** El papel de periódico y el papel mezclado se utilizan para fabricar cartón de yeso, material suelto de aislamiento y aislamiento espolvoreado y papel saturado de fieltro en tejados. La fabricación de aislamientos de celulosa proporciona otra utilización posible para los periódicos usados; los mercados extras son importantes porque se cree que el suministro de papel de periódico se va a incrementar como consecuencia de los programas obligatorios de reciclaje.
- **Combustible derivado de residuos (CDR).** Durante años, el CDR se ha producido a partir de residuos sólidos urbanos y son varias las empresas que actualmente producen cantidades limitadas de CDR en forma de pelets hechos con papel mezclado. Los mercados potenciales son las plantas existentes alimentadas con combustible biomasa y otros usuarios industriales, dependiendo de la proximidad de las plantas de pelets y los costos de transporte.



3.2.3. Mercados para el papel reciclado.

Los fabricantes de papel adquieren papel residual usado mediante la compra directa o mediante intermediarios independientes; ambos, consiguen suministros de oficinas gubernamentales, negocios y corporaciones, centros de recogida de materiales, y comerciantes de materiales usados. Los compradores de papel requieren normalmente la entrega en sus locales, aunque algunos realizarán la recogida si las cantidades lo merecen. Los grandes compradores pueden proporcionar contenedores a los clientes de altos volúmenes y hacer recogidas en horarios regulares.

3.3. Plásticos.

Aunque los consumidores han utilizado los plásticos durante casi 50 años, su uso para envases se ha incrementado enormemente en los últimos 20 años y para el año 2000 se espera un incremento del 70 por ciento. El crecimiento en el uso de los plásticos se ha producido sobre todo para envases de productos de consumo ya que los plásticos han sustituido, en gran parte, a los metales y al vidrio como materiales para recipientes y al papel como material de embalaje. Ello en razón de sus ventajas: son livianos, duraderos y a menudo, proporcionan un recipiente más seguro; pueden presentarse en diversas formas y pueden ser fabricados para que sean flexibles o rígidos; son buenos aislantes, y son aptos para ser usados con materias húmedas y expuestas a nuevas tecnologías, por ejemplo, microondas.

Aunque los materiales plásticos pueden conformar un porcentaje medio (cerca del 6% en América Latina y el Caribe) del peso de los RSU, conforman un porcentaje algo mayor en volumen. Constituyen un problema en vertederos porque no se descomponen fácilmente. A menudo se sugiere que las industrias de plásticos deberían sustituir los envases de este material por productos de papel o vidrio u otros biodegradables. La mayoría de los consumidores disfrutan de los beneficios de los plásticos y reconocen que el reciclaje es una solución razonable.

3.3.1. Tipos de plásticos y posibilidades de reutilización.

La mayoría de los fabricantes de envases de plástico codifican ahora sus productos con un número del 1 al 7, que representa las resinas más comúnmente producidas, lo que facilita la separación y el reciclaje (Ver Figura 1). Las alternativas de reutilización para cada uno de estos tipos de resinas se exponen a continuación.

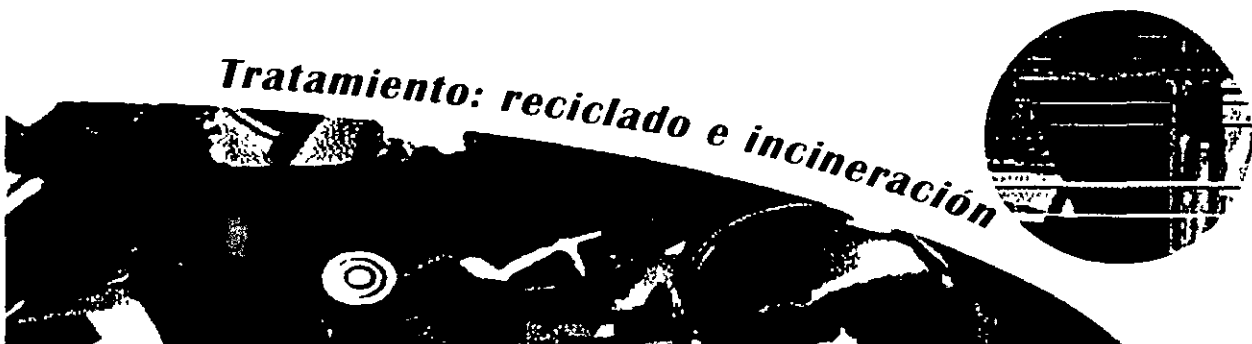


Figura 1: Clasificaciones, códigos de identificación de los plásticos comunes.



Su recuperación es muy limitada frente a una utilización creciente en la fabricación de envases

- Politereftalato de etileno (PET). En la actualidad la molienda de botellas de PET es usada mezclada con cemento, para rellenar contenedores que son arrojados al mar como una forma de ganar terreno. El principal comprador es Hong Kong, pero el precio de venta no llega a cubrir los costos de moler las botellas. Sin embargo, esto es exigido por la legislación vigente en algunos países en que no está permitido el enterramiento en vertederos controlados de las botellas sin moler debido al gran volumen que ocupan

Como salida a este problema se están utilizando tecnologías muy avanzadas y complejas, de un altísimo costo (en especial para nuestros países) que consisten en descomponer el PET en sus elementos constitutivos, es decir, etilenglicol y ácido tereftálico, para luego recombinarlos, obteniendo así PET de calidad virgen para la fabricación de botellas aptas para contener líquidos para el consumo humano (refrescos, aceites, etc.).

Tanto el PE-HD (polietileno de alta densidad) como el LD (baja densidad) se clasifican según el proceso para el que son aptos, es decir:

- Para extrusión: Cuando los productos a obtener sean del tipo de bobinas como sachet para leche, bolsas de residuos, etc
- Para soplado. En la fabricación de botellas, bidones y todo tipo de envases.
- Para inyección. En la fabricación de baldes, fuentones y toda clase de piezas realizadas en inyectoras.

Para conservar la calidad cuando se produce PE-HD recuperado, los procesadores no mezclan diferentes tipos de resinas, pero sí es tolerable la mezcla de una misma resina con diferentes índices de fundición



Tratamiento: reciclado e incineración.



Los artículos de consumo más frecuentemente producidos a partir de PE-HD reciclado son botellas de detergentes y recipientes para aceite de motor. El PE-HD se utiliza también, para envolturas protectoras, bolsas de plástico, tuberías y productos moldeados como juguetes y cubos.

- Policloruro de vinilo (PVC). Se utiliza ampliamente para el empaquetamiento de comida, aislamiento de cables y alambres eléctricos y para tuberías de plástico. Los productos que se obtienen a partir de PVC reciclado incluyen: recipientes que no son para comidas, cortinas, recubrimientos para techos de camiones, alfombras de plástico para laboratorios, azulejos de suelo, tuberías de riego, tiestos para plantas y juguetes. Hay un enorme potencial de mercado para fabricar tuberías de drenaje, accesorios, molduras, láminas y piezas moldeadas por inyección, a partir de PVC reciclado

Aunque el PVC usado es una resina de alta calidad que necesita poco o ningún tratamiento, actualmente se recicla muy poco ya que los costos de recogida y selección son prohibitivos. El mayor problema se presenta en éstos pasos. Hasta la fecha, la mayor parte de la selección se ha hecho a mano, basándose bien en los códigos de identificación o bien en la línea "sonrisa" característica del fondo de las botellas de PVC moldeadas mediante soplado. Se ha invertido para investigar acerca de la selección, incluso se han empleado procesos electromagnéticos para detectar cloro en los plásticos, y utilizado técnicas de radiación, pero ningún proceso, de momento, es rentable para su explotación a escala real

- Polietileno de baja densidad (PE-LD) Para su producción se recupera del empaquetamiento de comida, bolsas de basura, pañuelos desechables, agricultura y construcción. La mayor parte de la película de este plástico termina en el flujo de residuos y aunque no contribuye mucho al volumen del vertedero, varios estados han considerado la prohibición de enterrar bolsas de plástico y pañales desechables. En consecuencia, la industria está bajo presión para recoger y reciclar los productos de película de PE-LD y PE-HD. Además, otros procesadores de polietileno, que normalmente utilizan alimentación rígida, están incrementando su esfuerzo para reciclarla

Las bolsas se seleccionan manualmente para separar contaminantes, se procesan mediante granulación, lavado y peletización. El mayor problema es que las tintas de impresión en las bolsas originales producen un recuperado de color oscuro; la solución ha sido la utilización de colorantes oscuros (como en las bolsas para recortes de césped y de basura) o la impresión sobre el color mezclado. Otros usos de PE-LD son los protectores de plástico utilizados por los camiones, donde las cuerdas y cables tocan el cargamento, y productos de plásticos mezclados (PE-HD, PE-LD y PP)

Tratamiento: reciclado e incineración



- Polipropileno (PP). Se lo utiliza para cajas de baterías de automóviles, tapas de recipientes, etiquetas de botellas y bidones, y en menor parte, para envases de comida. La mayor parte del polipropileno se deja en copos mezclados, utilizados solamente para productos de bajas especificaciones como tabla de plástico, muebles de jardín, pilotes, postes y vallas. Los procesadores de baterías ácidas de plomo también recuperan polipropileno para usarlo en las nuevas baterías.
- Poliestireno (PS) Los productos más comunes de PS espumado son los envases de comida rápida en forma de concha de almeja, platos, bandejas para carne, tazas y material rígido de embalaje. Otros artículos comunes PS (alto impacto) son cubiertos para comida, vasos transparentes para beber, recipientes coloreados para yogur y queso blando, que se producen mediante moldeo de extrusión e inyección.

Según la industria de plásticos, el PS constituye un muy bajo porcentaje del peso y volumen de los RSU y por lo tanto, no merece la mala reputación que ha adquirido. Los críticos no están de acuerdo, señalando que gran parte del empaquetamiento no es necesario y han solicitado una legislación que reduzca o elimine los productos de espuma; algunas prohibiciones están ya en vigor, en algunos países.

Los diferentes tipos de envases o contenedores de servicio de comidas de PS pueden recuperarse por separado o juntos. Un proceso típico incluye: selección semi-automática, molido, lavado, secado y peletización. La tabla maciza de espuma se procesa de forma distinta, se rompe la espuma sin calor, para formar una mezcla, después se riega con agua y se corta en pelets. El poliestireno reciclado se utiliza para fabricar tabla de espuma aislante de cimentación, accesorios de oficina, recipientes de basura, aislamiento, juguetes y productos de moldeo por inyección. En general los fabricantes, están satisfechos con la resina recuperada, pero quizás, los procesadores requieran subvenciones para cubrir los costos de recogida, selección y transporte.

- Plásticos mezclados y multilaminados (otros) Los fabricantes también utilizan resinas y recipientes multilaminados menos comunes, para envasar productos y comidas que tienen requisitos especiales (p. ej., ketchup y mayonesa). Estos recipientes no tienen valor como producto recuperado porque no hay mercado. Sin embargo, los recuperadores están utilizando flujos mezclados de plásticos usados (especialmente polietileno y polipropileno) para producir resinas para los fabricantes de productos grandes que no requieren especificaciones estrictas de resina, tales como bancos de jardín, mesas, defensas para coches, postes para vallas, vigas, pelets y estacas. Como los plásticos no están seleccionados, los recuperadores normalmente pueden obtener los materiales a un costo muy bajo. El PET se mantiene fuera del regranulado porque se funde a temperaturas más altas que las otras resinas y forma inclusiones en el producto final.



3.3.2. Proceso de reciclaje de plásticos.

Este proceso atraviesa diversos pasos desde que el material proveniente de los centros de recolección es ingresado a la planta de reciclaje en forma de bala, hasta que es devuelto en forma de pelets, formato para ser nuevamente utilizado.

- **Clasificación:** es quizás el paso más importante del proceso, ya que una incorrecta clasificación es muy difícil de corregir durante el resto de las etapas que sigue el material hasta la obtención de pelets, y como resultante tendremos resinas mezcladas de baja calidad y muy limitadas en cuanto a su demanda.

El PP se separa sin tener en cuenta el tipo de resina ya que el uso posterior es en productos que no requieren una gran calidad de materia prima

El PS Alto Impacto y el PVC tanto rígido (cañerías de drenaje, piezas moldeadas, etc.) como flexible (mangueras, suelas de zapatillas, juguetes, etc.) son considerados impurezas y por lo tanto desechados.

Estos materiales es decir PS y PVC juntamente con el PET sólo se procesan en caso de provenir de rezagos de fábrica.

- **Molienda:** el material proveniente de la clasificación es reducido a una granulometría (tamaño) determinada aproximadamente 1", para disminuir su volumen y permitir el paso siguiente.
- **Lavado:** la molienda es introducida en piletones con agua y algún tipo de desengrasante (preferentemente que no produzca espuma ya que la misma retiene suciedad y flota junto con el plástico lavado) de ser posible cloro ya que le agrega su poder desinfectante.

Los piletones tienen agitadores que mueven el material durante un tiempo determinado. Luego se lo deja asentar para permitir que los materiales adicionales, que puedan haberse pasado durante la clasificación y que son de un mayor peso específico que el plástico, se precipiten al fondo de los piletones. El plástico limpio, que flota en la superficie por tener menor densidad que el agua es retirado pasando a la etapa posterior.

- **Secado:** se utilizan secadores centrifugos con aporte de calor para reducir el contenido de humedad a un 0,5% aproximadamente
- **Remolido:** se reduce la granulometría del material a ¼" (6 mm.) aproximadamente para introducirlo en la extrusora, la que realiza el paso final del proceso.
- **Extrusión:** el material remolido es introducido en una tolva que alimenta un tornillo sin fin, el que gira dentro de un tubo de igual diámetro interno que el diámetro exterior del tornillo. El cilindro se calienta hasta la temperatura deseada para fundir el plástico, mediante resistencias eléctricas cilíndricas que lo envuelven

Tratamiento: reciclado e incineración



Esta temperatura varía según la zona del cilindro y según la resina que se quiera procesar. El control se realiza mediante pirómetro que mantiene la temperatura en el nivel deseado.

En el extremo del tornillo se encuentra una criba que permite el paso del plástico fundido y retiene las impurezas sólidas que pudieran quedarle. La criba se cambia periódicamente por otra limpia y se continúa el proceso.

Luego de pasar por la criba, el plástico fundido fluye a través de una boquilla que tiene una serie de orificios de aproximadamente 5 mm., tomando el aspecto de fideos largos, los que son cortados por una cuchilla giratoria en segmentos de 3 mm. que caen en un baño de agua donde pierden temperatura y se solidifican.

Estos segmentos, denominados pelets, se secan hasta 0,5% de humedad y se envasan para su envío.

3.3.3. Especificaciones para plásticos recuperados.

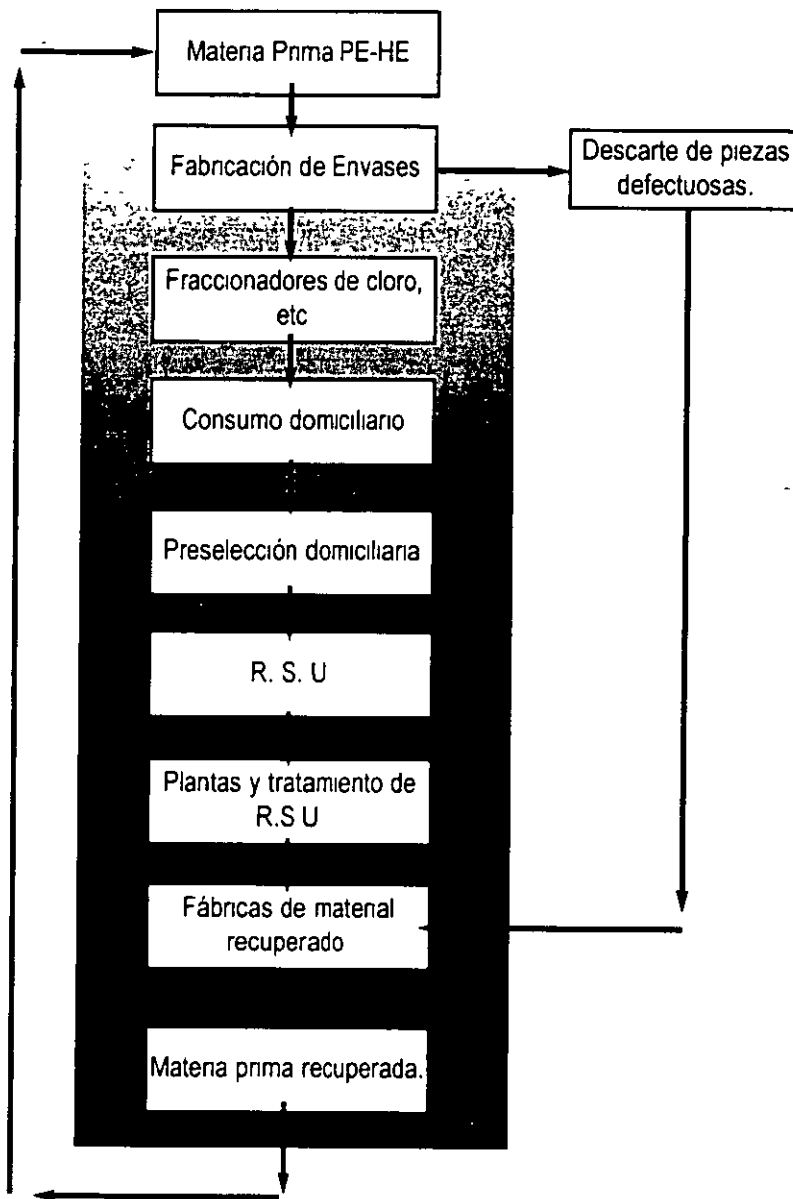
Los grupos de empresarios que representan a fabricantes y procesadores han establecido especificaciones para los plásticos reciclados. Estas especificaciones son extensas y están fuera del alcance de este Módulo. Por lo general, los compradores requieren que el plástico usado esté bien seleccionado, razonablemente libre, otros plásticos que son considerados impurezas, libre de un exceso en humedad y empacado dentro de un rango especificado de tamaño y peso. Una mala separación por tipos de resina es un problema importante, porque los regranuladores no quieren contratar gente extra para separar materiales no deseados. Es inevitable algo de contaminación, pero los compradores reducen los precios de oferta si el cargamento está muy contaminado o mal separado. Si el suministrador sigue entregando cargamentos mal seleccionados, los procesadores pueden incluso rechazar la entrega; como norma general, dado que los procesadores necesitan materiales, generalmente dan una oportunidad razonable a los suministradores para que resuelvan los problemas.

A continuación desarrollamos un esquema con el ciclo que se sigue para recuperar plástico, a modo de ejemplo de un proceso general de recuperación.



Esquema N° 1: Ciclo de Recuperación de Materias Primas (Reciclaje).

Tomaremos el ejemplo de botellas plásticas de PE-HD para el envasado de detergentes, lavandinas, etc.



Tratamiento: reciclado e incineración



3.4. Vidrio.

El vidrio recuperado está compuesto mayormente por vidrio de botella o recipiente blanco, verde o ambar; y además de vajillas de cristal y vidrios en planchas.

3.4.1. Posibilidades de reutilización.

Casi todo el vidrio reciclado se utiliza para producir nuevos recipientes. Los nuevos recipientes pueden incluir hasta el 100% del vidrio usado o del vidrio triturado reciclado de operaciones de fabricación. Se emplea una menor cantidad para hacer lana de vidrio o aislamiento de fibra de vidrio, material de pavimentación ("glasphalt" <mezcla vidrio-betun>) y productos de construcción como ladrillos, azulejos de madera, terrazo y hormigón ligero espumado

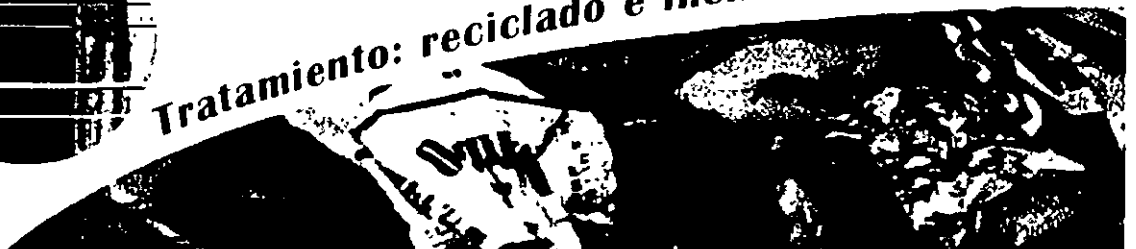
- Botellas y recipientes de vidrio. Los fabricantes de recipientes de vidrio prefieren incluir vidrio triturado junto con materias primas (arena, ceniza de soda y cal) porque así se pueden reducir significativamente las temperaturas de los hornos. Los fabricantes están dispuestos a pagar precios un poco más altos por el vidrio triturado que por las materias primas rotas o defectuosas, debido a que tiene una composición conocida y al estar libre de contaminantes permite ahorros de energía y una vida más larga del horno. La desventaja de usar vidrio usado triturado reside en que casi siempre contiene contaminantes que pueden alterar el color o la calidad del producto. En el caso del vidrio verde, su color proviene de la oxidación con OFE (óxido ferroso o férrico) contenido en la tierra que hay en los trozos de vidrio.

Aunque la demanda de vidrio triturado blanco es alta, la rentabilidad del reciclaje a menudo varía según la región del país por los costos de recogida, procesamiento y transporte hasta las fábricas del vidrio usado. El mercado del vidrio coloreado también varía con la capacidad de las plantas que fabrican recipientes de vidrio coloreado

- Fibra de vidrio. La industria de fibra de vidrio utiliza vidrio triturado como parte integral del proceso de fabricación, pero como las especificaciones son muy estrictas, casi todo el vidrio triturado procede de operaciones propias o de otros fabricantes de vidrio. Para acomodar el incremento al reciclaje, los mayores fabricantes han expresado su disposición a utilizar cantidades mayores de vidrio triturado usado, si se mantienen unas especificaciones estrictas.



Tratamiento: reciclado e incineración.



- Otros usos. El vidrio no seleccionado por el color es aceptable para la fabricación de *glasphalt* y materiales de construcción, aunque primero se deben separar contaminantes como metales férricos, aluminio y papel, mediante procesos magnéticos y en vacío. El interés en usar el vidrio como material de pavimentación ha fluctuado a consecuencia de los altos costos del procesamiento y del transporte del vidrio hasta las plantas de asfalto y por la necesidad de cal hidratada para aumentar la adhesión. Es más, el producto final no es superior al material de pavimentación hecho con materiales convencionales. Probablemente habrá más interés en el *glasphalt* como consecuencia de la legislación que obliga a la desviación de residuos fuera de los vertederos.

3.4.2. Especificaciones para el vidrio recuperado.

Normalmente se debe seleccionar por color el vidrio que se va a utilizar para hacer nuevas botellas y recipientes y no debe contener contaminantes como suciedad, piedras, cerámicas y restos de baterías de cocina para altas temperaturas (como PyrexTM u otras vajillas de cristal). Estos materiales, conocidos como materiales refractarios, tienen temperaturas de fundición más altas que el vidrio de recipientes y forman inclusiones sólidas en el producto final. El vidrio "plano" (de ventanas) afecta el gradiente de viscosidad del vidrio fundido, lo que impide su uso en la fabricación de envases, pero sí es apto para fabricar nuevamente vidrio plano. Cuando se entrega en una planta de fabricación el vidrio triturado que se va a utilizar para nuevos recipientes, se lo somete a pruebas para determinar los contaminantes y los materiales refractarios. La presencia de materiales prohibidos puede ser razón suficiente para rechazar la totalidad del cargamento.

Las especificaciones para el vidrio triturado utilizado en la fabricación de fibra de vidrio requieren vidrio blanco con pocos orgánicos, metales o materiales refractarios. Solamente se puede usar una pequeña cantidad de vidrio de recipiente; se prefiere el vidrio en planchas porque la composición química es más cercana a la de las materias primas y a la del propio vidrio triturado.

Tratamiento: reciclado e incineración



3.5. Metales férreos (hierro y acero).

El porcentaje de estos metales en los residuos ha disminuido algo durante la última década porque los recipientes de acero para bebidas han sido sustituidos por recipientes de aluminio y plástico. Los bienes de consumo que normalmente no se desechan en los RSU pero que sí están disponibles para su recuperación, incluyen aparatos domésticos e industriales (bienes de línea blanca), electrodomésticos rotos o viejos y automóviles. Otras fuentes de acero son: tubería cortada o vieja, materiales desechados de la construcción, chatarra industrial y virutas de talleres de mecánica, rechazos de la construcción, puertas de acero, despachos, estanterías, bicicletas, etc. La demanda de chatarra de acero está relacionada con la economía global y con la demanda de coches nuevos, de máquinas-herramienta y de equipamiento pesado de construcción.

- **Posibilidades de reciclaje.** Las principales categorías de metales férreos actualmente recuperados de los RSU son botes de hojalata y chatarra metálica y su mayor uso se encuentra en la industria metalúrgica pesada para la producción de aceros. El 45% de la producción mundial proviene de la chatarra.



Capítulo



Fracción orgánica de R.S.U.



4. Fracción orgánica de RSU.

Los componentes que constituyen la fracción orgánica de los RSU son: residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, goma, cuero, residuos de jardín y madera. Pueden reciclarse todos estos materiales, bien separadamente, o de forma no seleccionada. Se pueden seleccionar los componentes mediante la separación en origen o en planta, también pueden recuperarse de los RSU en forma no seleccionada mediante la separación de inorgánicos. La elección del método de recuperación estará condicionada por el uso del material o producto final. Los materiales separados en origen, como ya dijimos, contienen menos contaminantes y exhiben propiedades físicas y químicas diferentes de los componentes no seleccionados. Las posibilidades de reciclaje y las especificaciones para los materiales no seleccionados que conforman la fracción orgánica de los RSU, son considerados en la siguiente presentación.

Las principales posibilidades de reciclaje para los materiales de la fracción orgánica de los RSU son la producción de:

- compost
- metano
- compuestos orgánicos y
- combustible derivado de residuos

4.1. Producción de compost.

Los RSU contienen normalmente un alto porcentaje de material orgánico y el compostaje se está haciendo cada vez más popular como una alternativa de gestión de residuos. Casi todos los sistemas de compostaje de RSU empiezan con la separación de reciclables, metales y materiales peligrosos, seguido por la reducción en tamaño y la separación adicional. La utilización del compost de RSU normalmente se limita a usos agrícolas o de recuperación de terreno. Pocos operadores venden el producto acabado, aunque suelen comprarlos agencias públicas, granjeros y centros de jardinería. En algunos casos, ha sido utilizado como cobertura intermedia de vertederos.

La producción de compost viene efectuándose desde hace muchos años y es una tecnología bien conocida y desarrollada. Este proceso se basa en la fermentación bacteriana de las materias orgánicas contenidas en las basuras, en presencia de aire. Los microorganismos que realizan este proceso de fermentación aerobia son termófilos y el producto resultante de esta composición de la materia orgánica es un humus.

El compost es un abono, un humus o mejorador orgánico de suelos, no un fertilizante. Es decir que su contenido de nutrientes NPK (nitrógeno, fósforo y potasio) es

Tratamiento: reciclado e incineración



más similar a un estiércol que a un fertilizante inorgánico, cuyo tenor varía del 10 hasta el 15% de cada uno de los nutrientes. Su aporte al suelo consiste en su contenido orgánico y en que ayuda a mejorar la consistencia de suelos arenosos permitiéndoles retener agua para las raíces de la planta, o de los arcillosos al hacerlos más permeables y permitir que el agua llegue a la raíz. Su utilidad, como la del estiércol se va haciendo cada vez menor, porque cada vez es más escaso. Esto debido a una serie de razones, entre las que tiene particular incidencia el desplazamiento de una gran parte de la población rural a las áreas urbanas y las grandes modificaciones de las prácticas agrícolas. Los estiércoles proceden de la fermentación conjunta de las heces de los animales y de la paja, pero es un producto con un alto contenido de agua y poca materia orgánica oxidable y además escaso. Para que un estiércol tenga buena calidad es necesario que el proceso de su fermentación y maduración sea correcto.

Los suelos erosionados y empobrecidos tienen una gran necesidad de compuestos orgánicos, es urgente e imprescindible buscar nuevas aportaciones de materia orgánica para regenerar tales terrenos, y este es el papel del compost, obtenido de la producción orgánica contenida en las basuras domésticas.

En el cuadro siguiente se indican las características generales del estiércol y del compost. En %:

COMPONENTE	COMPOST	ESTIERCOL
Agua	8/10	70/80
Carbono orgánico	24	—
Nitrogeno	1,5	0,5
Fosforo	0,6	—
Potasio	1,1	0,6
Calcio	4,8	1
Magnesio	0,5	—
Sodio	0,5	—
Celulosa	8/12	1

En cuanto al PH en el estiércol es 6, mientras que en el compost es de 7,5.

En general todos los cultivos exigen mayores rentabilidades, lo que se consigue con



Tratamiento: reciclado e incineración.



un incremento de la producción, aportando al suelo abonos orgánicos y abonos químicos. La necesidad de aportaciones orgánicas es mayor, conforme aumenta la calidad de los cultivos, o sea que es más alta en los cultivos de regadío que en los de secano, más aún en los horticolas y todavía más para la obtención de primores en invernaderos o explotaciones agrarias protegidas.

Simultáneamente, cada vez se destinan más hectáreas a la agricultura intensiva en áreas con climatología adecuada y disponibilidad de agua, pero estos cultivos requieren altas producciones que a su vez exigen más nutrientes químicos y orgánicos, siendo estos últimos los que puede aportar el compost y aquí está su gran futuro, aunque en el momento actual esto se vea con grandes dificultades.

La materia orgánica, residuos vegetales de cualquier naturaleza que se depositan o caen al suelo, quedan enterrados o en la superficie y se descomponen bajo la acción de microorganismos, bacterias, hongos, levaduras y animales. De esta forma se va descomponiendo hasta transformarse, por una parte en elementos minerales solubles o gaseosos (CO_2 , NH_3 , NO_3H , PO_4 , SO_4), proceso denominado biodegradación o mineralización y por otra en elementos complejos coloidales (elementos húmicos), que son bastante estables y resistentes a la acción microbiana en un proceso denominado humificación. Estos compuestos húmicos, a su vez lentamente se van mineralizando. Esta mineralización se realiza en dos etapas, una de producción de amoníaco y otra de oxidación, que da lugar a la producción de nitrógeno y nítrico.

El humus mejora las propiedades físicas del suelo por su contribución a la estabilidad de los agregados del suelo, a su porosidad y a su capacidad de retención del agua; mejora también las propiedades químicas y biológicas del suelo, con lo que además de ser una fuente de elementos minerales para las plantas, contribuye al crecimiento de los vegetales y de las raíces. El humus que se obtiene en las plantas de compost es el denominado humus joven o humus en estado naciente. El humus viejo, es el conocido mantillo.

4.1.1. Procedimientos de producción del compost.

En la fabricación de compostaje podemos considerar dos procedimientos fundamentales, relacionados con la forma en que se produce la fermentación de las basuras, que en cualquier caso deberá ser aerobia, fermentación natural y fermentación acelerada.

Fermentación natural, en la que se muele el producto y eventualmente se lo riega con agua para luego colocarlo en piramides de 2 m de altura sobre el área de fermentación. Durante el primer mes debe removerse cada diez días y una sola vez al mes durante los dos meses siguientes.

Después de cada volteo se puede constatar una brusca elevación de la temperatura, provocada por la aceleración de la fermentación de las bacterias aerobias.

Tratamiento: reciclado e incineración



termófilas. Si las pirámides no se remueven, se producirá fermentación anaerobia, poco calorífica y con emanación de malos olores. Transcurridos tres meses, la fase activa de la fermentación está terminada y queda sólo la maduración.

Otro método de fermentación natural que ha comenzado a usarse mucho en los últimos tiempos, sobre todo en comunidades pequeñas, es la lombricultura o vermicultura, que consiste en utilizar, además de la fermentación bacteriana, la degradación de la materia orgánica por medio de lombrices, generalmente la roja californiana, de las que ya hay cepas en casi todos los países (ver capítulo 2 de este módulo).

En la fermentación acelerada, en digestores, el producto triturado se almacena en torres, silos, cilindros o células. Se añade agua, se insufla aire y se pone en movimiento el producto. Con este sistema se reduce la fase de fermentación a quince días. Tiene la ventaja de favorecer la oxidación de los compuestos orgánicos, controlar la fermentación y evitar contactos exteriores con insectos y roedores, destruyéndose mejor los germenos patógenos al mantenerse controlada la temperatura.

Si bien el segundo sistema es mejor, las inversiones que requiere son más elevadas que en el primer procedimiento, con lo cual suele requerirse una fuerte subvención por parte de los municipios.

Otro procedimiento es el de fermentación acelerada por el agregado de bacterias. Básicamente el proceso es igual al de la fermentación natural, salvo que en determinado momento (ciertas condiciones de humedad, temperatura, aireación u otras variables), se procede a la siembra de bacterias que aceleran la fermentación, lo que permite obtener un producto estable en 25/30 días.

Los parámetros fundamentales que regulan la calidad del compost y que deben tenerse en cuenta en el proceso de producción de compostaje, son la relación carbono/nitrogeno C/N, la temperatura, el contenido de humedad del producto, el pH y la aireación; que es siempre imprescindible

- **Relación C/N** Esta relación debe estar dentro de unos límites en que las proporciones de carbono y de nitrógeno sean las adecuadas para la bioquímica del proceso de compostaje. Si la relación C/N es muy elevada habrá un exceso de elementos energéticos (C) y un déficit de elementos plásticos para el crecimiento (N); el proceso será lento por el déficit de N. Por otra parte, si un "compost" con relación elevada de C/N se añade al suelo, se producirá una asimilación del nitrógeno del suelo en favor del "compost" y en total detrimento de la cosecha, como sucede cuando se entierran los rastrojos sin adición de N.

Por otra parte, si la relación C/N es baja, se utilizará todo el carbono y tendremos pérdida de N en forma de amoníaco. Una cifra óptima para la relación C/N suele estar entre 25 y 30. Por encima de 30 la duración del compostaje es mayor. Si la relación es baja, se deben añadir productos celulósicos. Cuando la relación sea alta, una práctica muy recomendable es la adición de fangos deshidratados procedentes de plantas depuradoras de aguas residuales.

Contenido de humedad. El contenido de humedad es otro de los parámetros que



influyen decisivamente en el proceso y sobre el que se puede actuar fácilmente cuando existe un déficit. El agua no perjudica el proceso aerobio, pero el problema deriva de que el agua desplaza el aire de los espacios libres y de que el contenido de oxígeno disuelto en el agua es muy bajo.

Por otra parte, un contenido bajo de humedad priva a los microorganismos del agua necesaria para su metabolismo, ya que todos los intercambios suelen realizarse en forma disuelta. La cifra óptima de humedad para el proceso depende fundamentalmente de la composición.

El porcentaje puede ser más elevado si abundan los materiales celulósicos y fibrosos, señalando muchos autores que incluso en las mejores condiciones se pueden presentar anaerobiosis con humedades del 70%. En líneas generales la humedad óptima puede oscilar entre el 35 al 55%.

Cuando la humedad es elevada, podemos tratar de corregirla, pero teniendo en cuenta que modificamos la relación C/N. El sistema para reducir la humedad son los volteos, que aumentan el contenido de oxígeno y reducen la humedad. Sin embargo, si el C/N es bajo y deseamos corregir la humedad, será mejor práctica la adición de materiales celulósicos como la paja en lugar del volteo que ocasionará una pérdida de nitrógeno.

La falta de humedad se corrige fácilmente con la adición de agua. El control de la temperatura exige que el producto esté confinado en los denominados digestores. Sin embargo, incluso cuando se produce la transformación al aire libre, se puede llevar un cierto control de la temperatura al tener el material un gran poder aislante. Una temperatura elevada es deseable para conseguir la destrucción de gérmenes patógenos (una razón en favor del proceso aerobio), por otra parte el proceso es más rápido en condiciones termofílicas de temperatura (50-70°C), siendo la temperatura óptima de 60°C. Si la temperatura supera los 75/80°C se mueren los microorganismos de la fermentación.

Por lo general se suele conseguir una temperatura de 45-50°C a las 24 horas y 60-70°C entre el segundo y quinto día. Cuando se produce un descenso de la temperatura, puede asegurarse que el proceso aerobio está siendo sustituido por uno anaerobio y es necesario airear el producto.

Si la humedad es elevada, se producirá una inversión térmica en la que las mayores temperaturas se produzcan en las capas superiores. La razón de este fenómeno es la coexistencia de procesos anaerobios en las capas inferiores con procesos aerobios en las superiores. Si el proceso se está haciendo anaerobio se producirá cada vez más ácido sulfhídrico, fácilmente detectable por la emisión del olor a materiales en descomposición. El único procedimiento de conseguir un proceso aerobio con elevadas temperaturas es la aireación del producto.

El control de pH no suele ser necesario en el proceso de compostaje. Inicialmente la reacción es ácida, pH 5-7 a no ser que los residuos lleven incorporados cenizas o elementos alcalinos. Durante los 2 o 3 primeros días se acidifica un poco el medio por la formación de ácidos, pasando a reacción más bien neutra o ligeramente alcalina, al

Tratamiento: reciclado e incineración



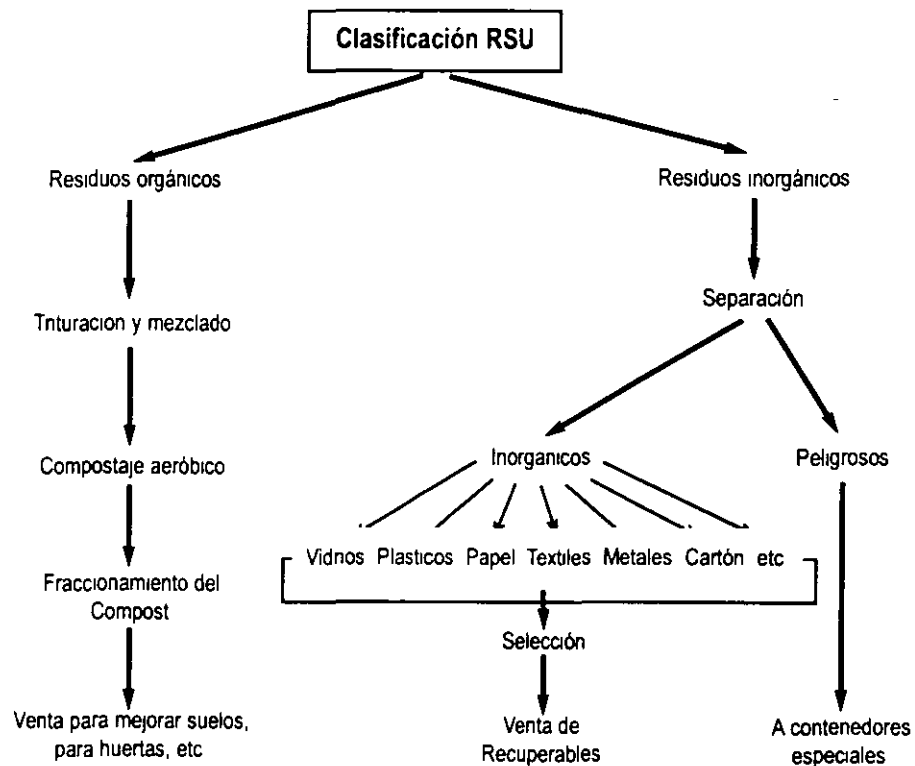
final del proceso.

El intervalo óptimo del pH para los microorganismos es de 5,6-7,5 y salvo excepciones, el pH no constituye problema en el proceso. Si la reacción fuese alcalina, se produciría una notable pérdida de nitrógeno, ya que se produce amoníaco.

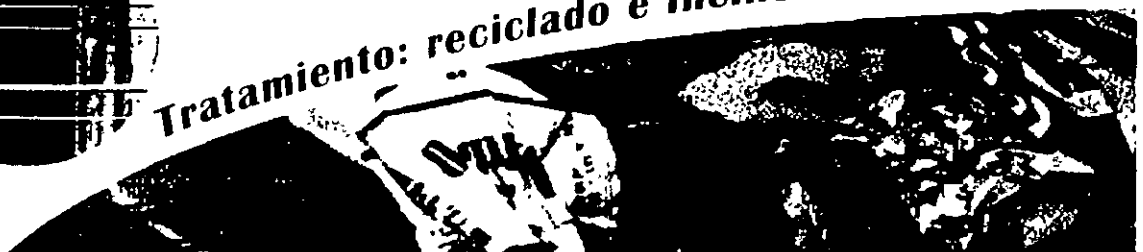
Lo que resulta fundamental, es airear el producto y quizás el método más adecuado consiste en el volteo del compost empleando palas cargadoras de las que se utilizan en el movimiento de tierras.

Finalmente conviene señalar que hay muchos procedimientos para la obtención de compost, basados en los mismos principios y con diferentes modificaciones de proceso.

A modo de síntesis de lo expuesto hasta aquí desarrollamos el esquema correspondiente al proceso que se sigue en una planta de tratamiento de R.S.U.



Tratamiento: reciclado e incineración.

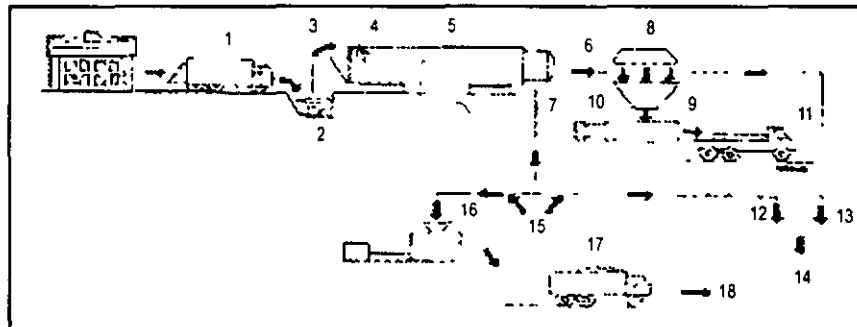


Esquema N° 2: Proceso en Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.

4.1.2. Plantas de compost.

Una planta de compostaje consta de los siguientes componentes:

- Recepción de basuras.
- Tratamiento previo de separación de materias inertes, si se realiza.
- Tratamiento físico primario (trituración, cribado y clasificación). Este tratamiento se repite una vez que se ha producido la fermentación.
- Fermentación
- Acondicionamiento del producto.



- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1 Recogida de residuos | 10 Prensa |
| 2 Tolva de recepción | 11 Envío a fundiciones |
| 3 Alimentación mecánica | 12 Productos |
| 4 Agua | 13 Rechazos |
| 5 Tratamiento continuo | 14 Al vertedero |
| 6 Rechazos | 15 Dirección opcional |
| 7 Producto | 16 Granulador |
| 8 Separador magnético | 17 Rebrado del producto |
| 9 Rechazos periféricos | 18 Al campo |

Tratamiento: reciclado e incineración



Una representación esquemática general puede observarse en la siguiente figura, en ella se representa el flujo seguido por los residuos desde su recepción a su retirada, indicando los diferentes rechazos que se producen en el proceso:

Figura 2: Esquema de una planta de compostaje.

En las plantas en que se utiliza el de procedimiento fermentación lenta, aunque el equipo necesario es muy simple, es preciso mecanizar la manutención y el movimiento del compost. Debe preverse también la evacuación de las aguas que sueltan las basuras y su tratamiento.

Las áreas destinadas al depósito y movimiento del producto, deben ser amplias ya que si se mantienen sin dar vuelta, se producirá una fermentación anaerobia y en consecuencia habrá olores de putrefacción, que pueden generar molestias en los alrededores y a los obreros de la explotación.

La línea clásica a seguir en la fermentación lenta, suele ser: molido, selección, cribado y fermentación, pero algunos factores locales pueden modificar este orden y dar como principio la selección previa para la venta de los subproductos.

Se ha señalado que este proceso de fermentación lenta es menos higiénico y que genera una presencia de germenés patógenos. Esto es cierto si el proceso se lleva mal, pero si se realiza el debido volteo de los montones de compost, no se presenta este problema.

En los procedimientos de compostaje de fermentación acelerada, la planta industrial es similar que en el lento, simplemente se añade al final de la línea un dispositivo para acelerar la fermentación. Los procedimientos se pueden clasificar en cinco grandes grupos:

- El compost se sitúa en células, unas encima de las otras, y se desplaza de arriba hacia abajo. Es como una torre de varios pisos en la que el compost desciende un piso cada día, con lo que se airea la masa total y se remueve toda.
- En cada piso se instalan dispositivos de riego para humedecer la masa con objeto de facilitar la fermentación aerobia y también planchas con tubos que permiten insuflar aire en el interior de la masa. Un procedimiento derivado de este es una torre en la que todos los días un tornillo sin fin traslada el compost de la base y lo sube a la parte más alta.
- El mismo procedimiento señalado anteriormente pero en forma horizontal, desplaza las basuras cada día, de un compartimento a otro. Por la parte inferior se insufla aire y por la superior se introduce agua. El primer procedimiento consume menos energía, pues la basura se eleva y luego va cayendo por gravedad; en el segundo se evita la construcción de la torre vertical que es de elevado coste.
- El cuarto sistema consiste en insuflar aire por la parte baja de los montones situados sobre plataformas especiales, y que pueden permanecer al aire libre o



bien en celulas cubiertas o no.

- Se trata de un horno horizontal que gira regularmente sobre su eje y con instalaciones para insuflar aire y agua. Las basuras permanecen en él de 7 a 8 días; finalmente en este procedimiento invertimos el orden de las operaciones.

Independientemente del procedimiento adoptado, en una planta de compostaje se distinguen los siguientes elementos.

Un foso o una tolva de recepción, que a la vez sirve de reguladora entre la llegada de los camiones de recogida y la capacidad de tratamiento, permitiendo almacenar la basura de 2 o 3 días en previsión de una parada de la planta por avería o revision. Bajo esta tolva se encuentran, generalmente, cintas transportadoras muy resistentes, que hacen de extractores y marchan lentamente para evitar atascos, los cuales se producen si la tolva esta mal concebida. Debe tener los laterales lo más vertical posible y poseer un limitador de corte sobre el motor, para que invierta el sentido de la cinta y facilite el arreglo del atasco.

Después de la recepción viene la selección, que permite reciclar productos (papeles, carton, trapos, chatarra, cristal, plastico). Asimismo, se separan los objetos que pueden ser peligrosos para las maquinas.

A continuación viene la trituración por molinos, siendo los más clásicos los de martillos, con uno o dos rotores colocados por lo general horizontalmente, y a veces, verticalmente. Los dos rotores están desplazados uno del otro y no se precisan cribas. También existen molinos de rodillos. Finalmente, otro sistema consiste en un cilindro cuyo fondo tiene muchas perforaciones con las aristas cortantes, unos brazos giran lentamente y terminan haciendo pasar la basura por los orificios calibrados con relación a la trituración. Este sistema consume menos energía, pero algunos elementos de la basura no llegan a pasar por los orificios y su rendimiento es muy bajo.

Seguidamente a la trituración se realiza la selección definitiva. Se puede utilizar una cinta vibrante, o también un procedimiento a base de bolas con una cinta que sale del molino y conduce la basura a cierta altura, proyectándola con rapidez, de esta forma se recogen más cerca los productos orgánicos y más lejos los productos tales como tapones y los de tamaño grueso, con lo cual se puede recoger por separado los productos adecuados para hacer el compost.

También se han efectuado bastantes experiencias para mezclar con el compost los fangos de las depuradoras de aguas residuales, pero estos fangos son compactos y húmedos y pueden bloquear la fermentación, para evitarlo es necesario.

Reducir la granulometría de los fangos para asegurar una mezcla lo más íntima posible

No debe pasar de una proporción en peso del 10%.

Con estas precauciones, la mezcla es aconsejable ya que enriquece el compost en materias orgánicas y soluciona el problema de la eliminación de los fangos, problema

Tratamiento: reciclado e incineración



que muchas veces llega a convertirse en importante para muchos municipios.

Una vez conseguida la fermentación es preciso acondicionar el producto, es decir afinarlo y cribarlo.

Aunque se haya realizado una separación previa, manual o mecánica, sólo se habrán eliminado ciertos elementos, como objetos voluminosos, materiales férricos, etc. pero quedarán ciertos productos indeseables tales como. residuos plásticos, trapos, caucho, cuero y particularmente los trozos de vidrio. Por ello una nueva selección es indispensable después de la trituración para mejorar la granulometría del compost y su presentación. La separación de todos estos elementos se realiza mediante el cribado.

El cribado de los productos triturados puede ser efectuado antes o más generalmente después de la fermentación. El inconveniente del cribado antes de la fermentación es el de arrastrar una gran proporción de papeles junto con los rechazos. Por el contrario, si el cribado se lleva a cabo después de la fermentación, aquellos no irán a engrosar el porcentaje de rechazos. Con el mismo tamiz, se puede decir que el porcentaje de rechazos de la fermentación es el doble que después de la fermentación.

Para la operación de cribado se suelen emplear: las cribas vibrantes y las cribas rotativas o trómeles. Las cribas vibrantes están compuestas de un bastidor fijo sobre el que está montado por medio de muelles o amortiguadores, un tamiz del paso deseado. El tamiz es movido generalmente por un sistema de excéntricas. El producto se carga por el extremo superior, los finos se recogen por la parte inferior, mientras que los rechazos salen por el otro extremo.

La superficie del tamiz puede estar compuesta por un enrejado metálico o por una plancha de hierro con agujeros redondos o cuadrados. El enrejado metálico tiene el inconveniente de retener numerosos trozos de cuerdas, trapos o tiras de metal que pueden obstruir la malla, siendo necesario limpiarlas frecuentemente. El tamiz de plancha perforada no presenta este inconveniente, pero para una superficie global idéntica, la superficie de paso será menor.

A veces, para evitar que durante el cribado sea arrastrado, junto con los rechazos, parte del material fino situado en la parte superior de la capa de basuras, ciertas cribas están provistas de una superficie del tamiz en escalera, con lo que se consigue remover el producto.

La mayor parte de las cribas tienen un solo paño de cribado, pero algunas tienen dos, lo que les permite separar tres fracciones diferentes: un compost fino, un compost mediano y el rechazo. El mismo resultado puede ser conseguido también con una sola superficie de cribado, pero dividida en dos tamices sucesivos de malla diferente.

Los trómeles están constituidos por un cuerpo cilíndrico donde se coloca el tamiz deseado. El cilindro gira alrededor de su eje mediante aros de rodadura de apoyo y accionamiento. El producto llega por el extremo superior y la tolva de descarga de los finos se sitúa en la parte inferior. Los gruesos o rechazos son evacuados por el otro



extremo del aparato.

Existen varios dispositivos, denominados separadores balísticos, que permiten separar del compost ciertos productos indeseables, principalmente las partículas de vidrio y porcelana, así como otros elementos. Para ser eficaces, estos dispositivos deben estar situados completamente al final del tratamiento.

El método de cribado más simple consiste en verter el producto sobre un transportador de banda funcionando a gran velocidad, que proyecta los residuos para ser recogidos posteriormente en función de su densidad.

Otro método utiliza el rebote del producto sobre una pantalla de caucho. Los productos son vertidos sobre una banda transportadora que funciona a gran velocidad y los lanza sobre la pantalla de caucho. Mientras que el compost cae casi verticalmente, los productos más pesados rebotarán a mayor distancia y podrán de esta forma quedar separados.

La captación magnética es una de las operaciones unitarias de mayor rendimiento entre las que se emplean en los procesos de tratamiento de las basuras domiciliarias y prácticamente la única cuando deseamos recuperar los metales ferro-magnéticos.

4.1.3. Criterios para la instalación de plantas.

Para la instalación de este tipo de plantas es necesario atender algunas consideraciones sobre el tipo de residuos, su composición, los procesos de fermentación, la ubicación de la planta, dimensiones, exigencias del mercado de compost entre las más importantes.

Naturalmente para obtener compost se requieren desperdicios con fracciones fácilmente fermentables, los datos más importantes de las basuras frente a este proceso son: porcentaje de materias fermentables (o sea cantidad de materia orgánica, especialmente materias celulósicas), contenido en agua y contenido en sustancias minerales. En el análisis elemental de las muestras debe determinarse también el porcentaje de carbono orgánico y nitrógeno y el valor de la relación C/N.

Puesto que el compost se obtiene de la degradación de la materia orgánica, para mayor eficiencia de la operación se requiere tratar basuras con alto contenido en materia fermentable, se considera que este porcentaje no debe ser inferior al 40%. Incluso en cualquier caso, conviene efectuar una separación previa de materiales férricos, vidrio y otras materias inertes, para obtener un mayor rendimiento.

Tratamiento: reciclado e incineración





- El contenido de materias minerales en los residuos es también importante sobre todo en elementos como potasio, fósforo, magnesio, calcio, manganeso, boro, hierro, etc., puesto que tienen una acción directa como abonos o regeneradores del terreno
- Un tercer punto es el referido a la decisión de utilizar procesos de fermentación lenta (con poca tecnología) o de fermentación acelerada (con más tecnología). La decisión dependerá de las disponibilidades de terreno de su precio, de la mano de obra disponible y de las aplicaciones que se prevean para ese compost, es decir, de la calidad de compost que se quiera obtener.

Si el precio del terreno fuese elevado se escogería un proceso acelerado; en caso contrario es preferible la fermentación natural

Respecto de la mano de obra, a menudo resulta difícil encontrar operarios, especialmente para manipular la basura, y cada vez también a más alto precio. Si este es el caso la instalación debería ser lo más automática posible dentro de una inversión moderada.

Los agricultores exigen cada vez más un compost limpio y de mejor aspecto, por lo que hay que procurar utilizar medios mecánicos para realizar una buena selección y complementarla a mano, de forma que el compost no contenga cristales ni plásticos

- En algunas experiencias de plantas de compost se observaron dificultades para



la comercialización. Quizás las dificultades se deban a que, a pesar de que se proyectaron muchas fábricas, no se prestó atención a la calidad del producto, ni a su demanda. Tal vez falta una campaña de introducción de este regenerador orgánico de suelos para la agricultura, que brinde información al agricultor y lo haga tomar conciencia de su necesidad. Además del compost es posible obtener otros productos a partir de los residuos

4.2. Producción de metano.

La producción de metano a partir de los materiales orgánicos contenidos en los RSU no seleccionados, se lleva a cabo biológicamente y bajo condiciones anaerobias. Normalmente el metano se produce a partir de la fracción orgánica de los RSU. Esto puede ocurrir bajo condiciones incontroladas en los vertederos sanitarios o bajo condiciones controladas como es el caso de un biorreactor anaerobio de sólidos en baja concentración (6-10 por ciento de sólidos), o de sólidos en alta concentración (20-35 por ciento de sólidos).

El metano se puede utilizar en la producción de energía y calor, o en la conversión a metanol y/u otros productos. La producción de metanol es interesante porque es un combustible de quema limpia y es almacenable. Como se ve, los materiales digeridos de los procesos de sólidos en baja y alta concentración pueden fermentarse para elaborar un producto útil en lugar de colocar en un vertedero.

4.3. Producción de compuestos orgánicos.

Los materiales orgánicos contenidos en los RSU no seleccionados, también pueden utilizarse para la producción de diversos compuestos orgánicos incluyendo azúcares, alcoholes, disolventes, ácidos orgánicos, gases hidrocarburos y compuestos aromáticos.

Por ejemplo, el papel separado en origen se conforma de aproximadamente el 61 por ciento de celulosa; 16 por ciento de hemicelulosa; 21 por ciento de lignina y 2 por ciento de proteínas, cenizas, etc. Con esta composición, el papel residual es idóneo como alimentación en la producción de etanol. De manera similar, pueden utilizarse otros de los materiales orgánicos de los RSU para la producción de diversos compuestos orgánicos.

Tratamiento: reciclado e incineración



Capítulo



El reciclaje en América Latina y el Caribe.



5. El reciclaje en América Latina y el Caribe.

Para un gran número de personas de los países de la región, la recuperación de materiales secundarios procedentes de los residuos sólidos es una fuente de ingresos. Así existen personas que de puerta en puerta compran o reciben papel y botellas e incluso frecuentan oficinas, restaurantes, industrias etc, son todos parte del sistema de reciclaje. Es evidente que este tipo de reciclaje se origina en el alto índice de pobreza que obliga a muchos a transformarse en segregadores informales para sobrevivir. Esta informalidad lleva a que en la actualidad no se conozca con exactitud el grado de reciclaje en los países pero se estima que no es muy alto. El reciclaje se logra de dos maneras.

5.1. Prácticas de reciclaje.

La primera se da mediante la separación y acopio en origen, en las industrias, comercios o grandes generadores y productores de materiales reciclables homogéneos

Otro método de reciclaje muy usado en la región es de las grandes plantas de reciclaje, generalmente con la fabricación adicional de compost tal como se explicó en el capítulo 2. De estas plantas de capacidades de 200 a 2000 toneladas se instalaron muchas en América Latina desde 1970 a 1990, habiendo cerrado la mayoría de ellas porque fueron vendidas a los municipios como "rentables" y cuando vieron que no era así, las cerraron. En México las plantas que existían de este tipo en el Distrito Federal, se transformaron para evitar la fabricación de compost, el que no tenía mercado, para hacer reciclaje y solucionar así el problema de miles de segregadores que trabajaban en los antiguos basureros, los que el gobierno estaba transformando en rellenos sanitarios. Las tres plantas de la ciudad de México tienen una capacidad conjunta de procesamiento de basura de 5 500 ton diarias, emplean a cerca de 1 200 segregadores y reciclan, según los últimos datos dados a conocer en octubre de 1998, entre un 4 y 6% de la basura que entra. Estos son vendidos a recolectores privados especializados. Generalmente este tipo de reciclaje es lucrativo para quien lo practica y ecológicamente positivo. Hay programas de este tipo de reciclaje en países como México, Colombia y Venezuela, sobre todo en el vidrio (México cuenta con tres plantas de separación de residuos municipales con capacidad de 1500 Ton/día cada una, recuperándose del 10 al 15 % del material)

El segundo tipo de segregación es practicado en la basura y generalmente presenta diversos tipos de intervención, puede ser realizada por segregadores callejeros en las

Tratamiento: reciclado e incineración



bolsas o recipientes colocados para su recolección, puede hacerse en el camión recolector por los operarios o también en el relleno por los segregadores informales. Esta última práctica es la menos recomendable debido al riesgo sanitario que lleva consigo. En México se comprobó que las cantidades recicladas conjuntamente por estos tres sistemas de intervención era inferior al 2% de toda la basura.

El método más apropiado de reciclaje de la basura es el de separación en la fuente domiciliaria, depositando los residuos según sus características en diferentes recipientes. Este tipo de metodología requiere infraestructuras y equipamientos especiales. En América Latina y el Caribe, este método se aplica parcialmente, se lo ha observado en algunas partes de Argentina, Colombia, Brasil y México.

La cantidad de material recuperado se incrementa si se hace participar a la industria y a los grandes generadores de residuos y si la industria recicladora interviene promoviendo el proceso. Se han obtenido resultados interesantes en Colombia y otros países donde se reciclan cantidades apreciables de los siguientes residuos:

- Vidrios: Las dos principales industrias del vidrio en Colombia, reciclaron 142.000 Ton en 1994, en Venezuela se recicla el 20% de lo utilizado, en Perú se reciclan 25 Tn./día
- Metales: Las siderurgias semi-integradas de Colombia compran anualmente 220.000 Ton de chatarra recuperada, en Brasil en 1995 se recuperó el 18% de los embalajes de metales ferrosos y el 50% de envases de aluminio
- Papel y Carton: Estos materiales representan los mayores volúmenes de material reciclado en Colombia, en 1994, 311,2 mil Ton de papel y carton producidos, provinieron de material reciclado. En Brasil aproximadamente 1.5 millones de Tn de papel fueron recuperadas para reciclaje en 1993. En Venezuela se recicló el 55% del total del papel en 1994. En Perú se recuperaron 9500 Ton/año. En Chile se recuperan 200 000 Ton./año, lo que representa el 33% de lo recuperable.
- Plástico: La recuperación de plásticos se efectúa a pesar de las características altamente contaminadoras del proceso, especialmente si se practica en pequeñas plantas que no cumplen las normas y requisitos de protección ambiental. En Brasil solamente dos industrias de plásticos utilizan 1.000 Ton./mes de material reciclado. En Chile se recuperan 23 000 Ton./año, lo que constituye un 10% de la demanda anual de plásticos. En Uruguay se recuperó plástico sin encontrar un mercado apropiado.

En los países del Caribe no es frecuente la recuperación de residuos sólidos, debido principalmente a que no existen plantas recicladoras, puesto que el mercado es pequeño.



Tratamiento: reciclado e incineración.



5.2. Posibilidades futuras de reciclaje.

Mientras se va agotando el espacio de los vertederos existentes y se construyen nuevos en terrenos caros y con una protección ambiental rigurosa, es razonable pensar que los gestores de residuos sólidos intentarían reservar el espacio de tales vertederos para los materiales que no tienen un potencial de reciclaje rentable. En consecuencia, la reducción en origen tendrá más importancia para materiales que actualmente son desechados. Aproximadamente el 30 por ciento de los RSU están formados por material de envases, de esta forma hay un gran potencial para la conservación del espacio de los vertederos a través de su reducción en origen. Paralelamente los fabricantes de envases pueden contribuir a una solución mediante, la reducción de la cantidad del material utilizado en cada envase o paquete, empleando materiales sencillos en vez de compuestos, utilizando materiales reciclados e indicando claramente el tipo de material para facilitar el reciclaje. Los consumidores también deben asumir la responsabilidad de elegir productos según la reciclabilidad de su envase.

El papel residual constituye una fracción importante del flujo de residuos y por ello se debe aumentar la capacidad para reciclar periódicos, revistas y calidades inferiores de papel residual. Hay un límite para la cantidad del papel usado que puede incorporarse en papel nuevo, sin embargo, hay que desarrollar los usos adicionales para el papel tales como, pellets de combustible para calefacción doméstica o industrial, y envases laminados para reemplazar envases de plásticos no reciclables.

Es muy probable que en el futuro, se logre el reciclaje de plásticos mediante procesos químicos y de refinación, puesto que las compañías de petróleo más grandes y los productores de resina están trabajando en procesos de refinación que transformarían los plásticos en gases combustibles, alimentadores de hidrocarburos y aceites. Además, varios laboratorios están experimentando con rechazos de trituradoras de automóviles. Una primera situación consiste en separar polímeros en gases de hidrocarburos, otra tecnología apunta a disolver los componentes termoplásticos en diferentes disolventes para recuperar lubricantes y polímeros útiles. Otro paso seguido por la industria de plásticos para minimizar el impacto de los plásticos en los vertederos es la obtención de microorganismos que biodegradan los materiales plásticos existentes.

El objetivo es producir una versión biodegradable de diversos plásticos para las aplicaciones de un solo uso, como los envases de comida rápida y las bolsas de película fina. Para facilitar la biodegradación se incorporan fotooxidantes y catalizadores, biológicos y químicos, en la estructura básica del material plástico. La activación de estos catalizadores permitirá que el plástico se degrade biológicamente.

Tratamiento: reciclado e incineración



Capítulo



**Incineración y otros procesos de
tratamiento.**



6. Incineración, y otros procesos de tratamiento.

Esta es la alternativa que se impuso en Japon y en algunos países de Europa. Consiste en quemar los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido de calles, pero descartando la quema de los productos químicos (ej. pinturas). Tiene una serie de ventajas para estos países aunque desde el punto de vista del medio ambiente, en un autentico retroceso. Su uso se justifica por dos razones fundamentales: la falta de espacio fisico para realizar enterramientos y la necesidad de producir energía, en especial energía eléctrica o vapor para calefacción

En sentido estricto la incineración no es la eliminación de los residuos, sino su transformación. De este modo por ejemplo, los elementos realizados en PVC pasarán a ser monocloruro de vinilo y CO₂. Muchos metales pesados no pierden su toxicidad al ser incinerados y no pueden ser diferenciados en las cenizas, así en definitiva los contaminantes pasan a la atmosfera o a las cenizas. Para minimizar su impacto ambiental se requieren equipos complejos de alta tecnología

Para que una planta de incineración con recuperación de energía sea técnicamente viable, requiere procesar cantidades superiores a 250.000 ton/año (equivalente a una ciudad de un millón de habitantes) Los costos de instalación y operación quintuplican los costos de un relleno sanitario en los países desarrollados y son de 10 a 20 veces superiores en los países en desarrollo. En Latinoamérica no existen incineradores de gran tamaño, limitándose su uso a incineradores pequeños para residuos peligrosos, principalmente de los hospitales

Por estos motivos no son aplicables a nuestra realidad actual, ni necesarios. Además la composición de los RSU europeos permite obtener mayor energía ya que su poder calorífico se ubica en las 4.300 Kcal /Kg, mientras que los nuestros, por contener mayor cantidad de orgánicos y por lo tanto mayor humedad aumentarían sensiblemente el costo de producción. Se ubica en las 4.300 kcal/kg, mientras que en los nuestros, por contener mayor cantidad de orgánicos y humedad solo se alcanzan poderes caloríficos inferiores de entre 1,000 a 2,000 Kcal/kg las cuales producen muy poca energía e incluso pueden requerir del uso de combustible auxiliar

Durante la década del '60 la eliminación de los residuos urbanos mediante su combustión controlada -incineración- pareció que iba a ser el sistema definitivo de tratamiento. El número de proyectos encargados fue importantísimo así como la

Tratamiento: reciclado e incineración



implantacion de instalaciones de incineración y probablemente como consecuencia de la propia inercia del proceso- alcanzo hasta 1975, momento a partir del cual, las obras en construccion y proyectos en firme descendieron sensiblemente.

Las causas del enorme éxito de la incineracion durante esta época son complejas. Una de las razones reside en la favorable imagen de un proceso que permite una importante reduccion del volumen de los RSU producidos (80/90% en volumen y 75/80% en peso como datos generales) Otra ventaja inmediata es la posibilidad de disminuir la distancia del transporte de los residuos hasta su centro de eliminacion ya que las incineradoras, por su estructura industrial pueden instalarse en zonas proximas a nucleos urbanos. Si le agregamos las reducidas exigencias de espacio en relacion a otras formas de tratamiento, se explica la favorable acogida del sistema. Si se aplica un radio elaborado en base a dos parametros ($T_m./Km.$ recorrido y T_m/m^2 de superficie exigible) sus datos resultan muy favorable para la incineración. Además debe sumarse buena imagen politica que supone para un municipio una realizacion industrial y la costumbre de los órganos de decisorio -y de sus técnicos- de apoyarse en criterios puramente tecnologicos

Por último, a mediados de los 60 ya se intuyó que la posibilidad de aprovechar como fuente de energia el calor latente de los humos llegaria a tener gran interes dado el poder calorifico de las basuras. Tanto es asi que hacia el año 1970 se planteo la necesidad de que las incineradoras fueran autosuficientes energéticamente, de forma que para eliminar las basuras no fuese necesaria la aportación exterior de combustible. Esto probablemente en base a dos razones: la inminencia del incremento de los precios del combustible y la necesidad de no crear mas fuentes de contaminacion atmosferica. Hasta aquel momento casi todas las instalaciones de incineración estaban equipadas con quemadores de fuel (pesado en un principio, ligero después y posteriormente gas propano), como soporte termico del proceso de quema de los residuos. En la actualidad, tal planteamiento es caro Hoy la argumentacion para la venta de Plantas se razona en terminos de produccion energetica y de rendimiento térmico.

6.1. Factores intervinientes en el proceso.

La incineracion es un proceso de combustion que se efectua en un medio provisto de exceso de aire y a una temperatura que oscila entre 800 y 1.000(C. La capacidad potencial de autocombustion de los residuos viene determinada por su PCI (Potencial calorico), por debajo de 1.000 cal /Kg., la incineracion sin aporte exterior de combustible es sumamente problematica Su estimacion es importantísima como dato tecnico para el proyecto de una planta incineradora, esta estimación puede efectuarse por medios directos o indirectos



La estimación directa se basa en determinaciones efectuadas sobre muestras de residuos. El método más exacto consiste en incinerar una muestra significativa de los residuos, 200 Tn. por ejemplo, en una instalación cuyo rendimiento sea conocido, estableciendo a continuación el correspondiente balance térmico; este sistema permite además, relacionar la clase de las basuras con el tipo de instalación concreta que las ha de tratar.

La estimación métodos indirectos es realizada en laboratorios, por medio de experimentos generalmente con la utilización de bombas calorimétricas.

En los países nórdicos y centroeuropeos, el poder calórico inferior (PCI) de las basuras urbanas había alcanzado un nivel tal que permitía su práctica autocombustión. En general en Latinoamérica, donde se observa un gran contenido de residuos orgánicos, se hace inapropiada la autocombustión por el bajo PCI. La combustibilidad de las basuras viene determinada por la relación entre elementos combustibles, incombustibles y humedad.

De forma general puede establecerse que no son incinerables las cargas de residuos que contengan más de un 20% de materiales incombustibles (tierras, escombros, cascotes, cenizas, escorias, etc.) y material de residuos producidos por el barrido de aceras y calles (limpieza diaria).

El poder calorífico de un material combustible sólido o líquido representa la cantidad de calor que se produce en la combustión completa de la unidad de masa, tomando como referencia unos parámetros determinados de presión y temperatura. Según las normas internacionales de medida de calor, se expresa en julios, o más frecuentemente en militermias referente a masas de 1 kg. para los combustibles sólidos o líquidos.

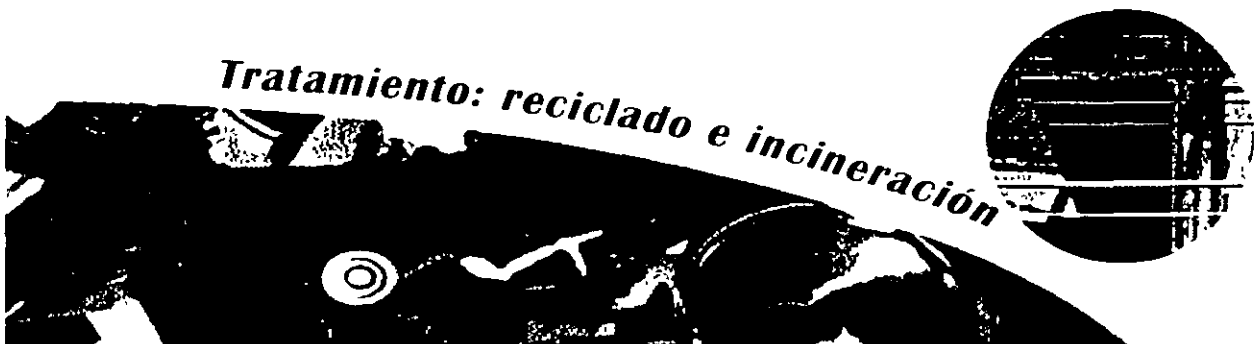
Un último factor a tener en cuenta en el planteamiento general de una incineradora, es el denominado "límite de carga del horno" (LCH) que supone el cálculo del campo térmico teórico de un horno, que es de especial interés cuando los residuos a incinerar son de bajo PCI pero con posibilidad de variaciones. El LCH viene a indicar con bastante aproximación las condiciones de esta clase de instalaciones, especialmente de las más modernas y de capacidad más elevada.

En lo referente a combustión hay que distinguir en los residuos tres clasificaciones:

- a. Materiales no combustibles. minerales, metales, vidrio, cerámica, etc.
- b. Materiales combustibles. papel, cartón, plásticos, gomas, cueros, textiles, etc.
- c. El agua contenida en los residuos que absorbe calorías para su vaporización

De acuerdo con esta clasificación cabe distinguir tres fases en la combustión:

- Fase de secado en la cual se elimina el contenido en agua de los residuos para llegar a la temperatura de inflamación. El tiempo de duración de esta fase es



Tratamiento: reciclado e incineración

variable según factores tales como duración de la llama, aireación de los residuos, etc.

- Fase de combustión desde la fase anterior se extiende sobre el material combustible, los inertes y las materias volátiles, que no han destilado anteriormente.
- Fase final de la combustión: en la cual aparecen los residuos inertes y escorias en proporciones que oscilan entre el 15 y el 30% del peso original de los residuos incinerados

6.2. Tipos de incineración. Características.

Desarrollaremos dos procedimientos típicos, el de incineración simple y el proceso que se sigue para recuperar energía a partir del calor emanado por la combustión de residuos.

6.2.1. Incineración simple.

Este procedimiento es el primero que se utilizó y se planteó como un simple método de eliminación de las basuras, por lo menos en la mayor parte de su volumen, ya que un resto (cenizas, escorias y materiales inertes) siempre queda y se necesita un vertedero donde depositarlo.

Con respecto a la incineración de los residuos sólidos urbanos hay que señalar, en primer lugar, que son sustancias de combustión difícil. El objeto de la combustión es la conversión de los distintos componentes (papel, cartón, plásticos, fracción orgánica, madera, textiles, etc.), en gases y en residuos inertes, cenizas y escorias, con el objetivo principal de reducir el volumen. Los productos principales de una combustión son el CO₂ -anhídrido carbónico-agua, SO₂ -anhídrido sulfuroso- y óxidos de nitrógeno.

Los cuatro factores que determinan o condicionan la adopción del sistema de incineración para la eliminación de los residuos son:

- Volumen de residuos a incinerar
- Toneladas/día, que determinan la capacidad de la planta.
- Poder calorífico inferior de las basuras
- Gastos de inversión
- Gastos de explotación

En el proceso de combustión podemos hacer un balance de materiales y un balance de energía. En el balance de materiales tenemos unas entradas constituidas por los residuos sólidos (que son el combustible) y por el aire (cuyo oxígeno es el comburente). Los productos de salida son los gases de combustión y el residuo que queda



de escorias y material inerte

En el balance de energía el calor liberado por la combustión de los residuos se reparte entre los gases de salida, las pérdidas de calor por el horno y las pérdidas de calor en las escorias. Un parámetro clave en la combustión es la relación entre el combustible y el comburente, de modo que ambos deben tener una proporción adecuada, pero en la incineración de residuos hay que tener en cuenta que se trata de sustancias de muy difícil combustión, por sus propias propiedades físicas y químicas y por su constante variación, por lo que la combustión se realiza con un gran exceso de aire

El parámetro más importante en este sistema de incineración es, naturalmente, el poder calorífico inferior de los residuos sólidos, puesto que es el dato fundamental a la hora de estudiar la posibilidad de incineración de las basuras. El poder calorífico inferior (PCI) de las basuras es muy variable, pero suele ser difícil conseguir unos desperdicios que tengan un poder calorífico inferior (PCI), superior a las 1.000 Kcal/kg., que es el valor límite mínimo aconsejable para adoptar un sistema de incineración.

En los países europeos el PCI de los residuos urbanos es de 4.200 Kcal./kg. En los grandes incineradores y contando con basuras con un P.C.I., como mínimo de 1.000 Kcal /kg., es posible quemar los residuos sin necesidad de combustible adicional, puesto que el proceso de combustión puede autosostenerse. Este es un punto importante porque sino los costos serían aun más elevados

En cambio en los incineradores pequeños, hay que incorporar una parte de combustible adicional, que suele ser fuel-oil o propano

6.2.2. Incineración con recuperación de energía.

Al principio de la instalación de los incineradores (antes de la crisis de energía de 1973), se planteó el aprovechar el calor obtenido en la combustión de los residuos sólidos con objeto de reducir el costo de explotación de este sistema de eliminación de basuras. Pero desde 1973 y más aun en el momento actual, el fin perseguido es aprovechar todo lo posible cualquier recurso energético

Por consiguiente, los residuos sólidos tienen un gran potencial de recuperación de materias primas, pero también son una fuente de energía.

Pero en el caso de los residuos Latinoamericanos, el principal inconveniente es su bajo poder calorífico, que oscila alrededor de las 1 000 Kcal./kg. en los núcleos urbanos, este es un parámetro básico que tiende a aumentar debido al incremento de papel, cartón y plásticos que se vienen produciendo en las basuras.

Queremos insistir, una vez más, en que este valor del Poder Calorífico Inferior de las basuras es el factor clave para decidir si se adopta o no este sistema de incineración y es necesario conocerlo bien antes de embarcarse en construir este tipo de plantas, ello

Tratamiento: reciclado e incineración



tanto si la incineración es con recuperacion de energía o sin ella, puesto que no hay que olvidar que para conseguir la combustion de los desperdicios es conveniente que sea auto sostenida sin necesidad de inyectarle combustible adicional

La recuperacion o aprovechamiento de energía contenida en los residuos sólidos se puede lograr a través de los siguientes procedimientos:

- Incineradores de basuras, cuyo calor es aprovechado para calentar agua que despues se distribuye a los usuarios como agua caliente o calefaccion, para producir vapor de agua de baja presion, que se distribuye como tal o para producir vapor de agua de alta presion que se lleva a un turbo alternador para producir energía eléctrica
- Incorporacion de desperdicios, acondicionados, en calderas, como combustible complementario (es el caso de las briquetas)
- Empleo de turbinas de gas movidas por gases de combustion de la incineracion de los residuos sólidos.
- Obtencion de combustibles por pirolisis.
- Hidrogenacion.
- Obtencion de metano por via anaerobia

Hasta la fecha, las experiencias mas numerosas se han realizado con plantas incineradoras acopladas a un generador de energía eléctrica.

Es difícil establecer el limite entre una planta sin y con aprovechamiento de energía, ya que depende del precio de venta de la energía eléctrica y del poder calorífico de las basuras. Sin embargo, una capacidad razonable para el poder calorífico de las basuras y el precio de la energía eléctrica en el pais que se tome esta determinacion, podria ser una planta de 500 toneladas/dia de desperdicios incinerados.

Hasta ahora la produccion de vapor para distribuirlo como tal o para la de agua caliente no es frecuentes porque es difícil el suministro constante y regular durante todo el año y sobre todo por el altisimo costo de la infraestructura precisa. Si se realiza el aprovechamiento de la energía calorífica para producir vapor, y con él generar energía eléctrica, que se distribuye por la red de alguna compañía eléctrica.

La recaudacion obtenida por la venta de la energía eléctrica no cubre, en modo alguno, el costo de la instalacion, pero reduce algo los gastos. Si los desperdicios se secan previamente y se trituran se aumenta notablemente su poder calorífico y resultan mucho mas aptos para la recuperacion de energía

En la alternativa de inyectar los residuos urbanos en calderas que emplean otro combustible, como complemento del mismo, ya sea pulverizados o en forma de briquetas, se han logrado notables avances. Por este sistema se están eliminando grandes cantidades de basuras (y aprovechando su potencia calorífica).

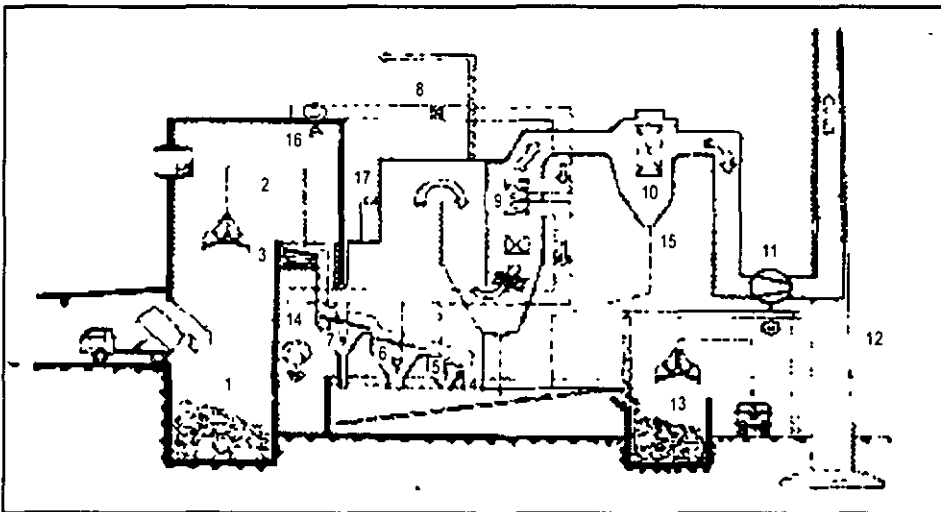
A fin de sistematizar la descripción genérica de un proceso de incineracion y como medio de hacer una breve referencia a los diferentes equipos componentes de una



Planta, enunciaremos las fases fundamentales o secuencia de un proceso-tipo que pueden desglosarse como sigue:

- Recepcion de los residuos. Almacenamiento. Carga de hornos.
- Hornos, parrillas Cámara de combustión.
- Productos resultantes de la combustión Enfriamiento de gases.
- Recogida de cenizas y escorias.
- Recuperacion opcional del calor latente de los hornos.
- Depuracion de los humos.
- Circuitos auxiliares Aire. Agua.
- Dispersión en medio

La incineración en sí, constituye un proceso por el cual un residuo sólido que por sus características produce un impacto a nivel del suelo (y potencialmente a nivel de agua y de aire), pasa a diluirse en un medio fluido (humos dispersados en la atmósfera, aguas tratadas vertidas al cauce público), queda una parte importante del residuo sólido teóricamente no contaminante a nivel de suelo (cenizas, escorias) Supone un proceso



- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 Fosa de basura | 9 Precalentador de aire por humos |
| 2 Grúa puente para los residuos | 10 Filtro electrostático |
| 3 Distribuidor vibratono | 11 Ventilador de tiro |
| 4 Parrilla principal de desecación | 12 Chimenea |
| 5 Parrilla principal | 13 Fosa de escorias |
| 6 Parrilla final | 14 Ventilador II de aire de combustión |
| 7 Aire primario | 15 Bocas de descarga hidráulicas |
| 8 Precalentador de aire por vapor | 16 Ventilador I de aire de combustión |
| | 17 Quemador gas natural |

Tratamiento: reciclado e incineración



inverso a la depuración que consiste en solidificar el contaminante (en el sentido de extraerlo del medio fluido aire agua). En este sentido puede hablarse de la incineración como una “fluidificación de sólidos” opuesta a los sistemas de tratamiento anti-contaminación que suponen la “solidificación de fluidos”.

A continuación reflejamos un esquema de una incineradora tipo, donde se pueden observar los principales componentes

Figura 3: Esquema de planta incineradora.

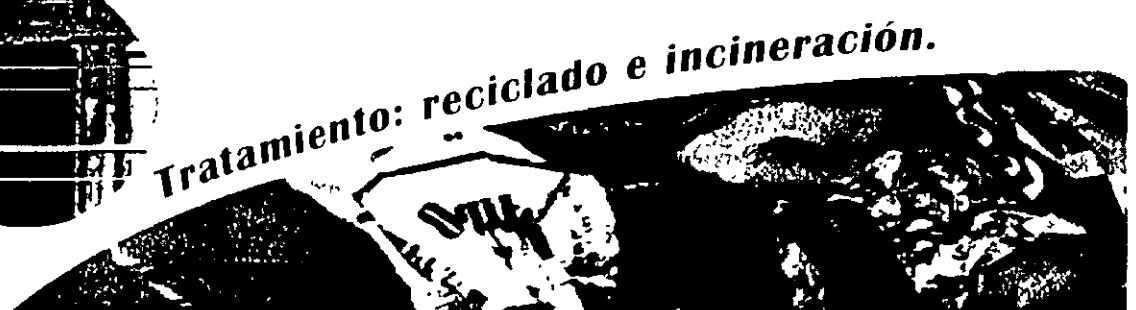
6.3. Perspectivas futuras de la incineración.

A modo de resumen de lo expuesto sobre este tema y para ver cómo inciden en las posibilidades de aplicar este procedimiento a los derechos, veremos las ventajas e inconvenientes que supone la incineración de residuos respecto de otros métodos de eliminación, o los efectos de posibilitar una mejor evaluación en cada caso y mejorar la toma de decisiones al respecto

Ventajas:

- Menor necesidad de suelo que en vertederos
- Residuos de incineración (escorias y cenizas) escasamente contaminantes
- Nula influencia de las condiciones meteorológicas en su funcionamiento
- Posibilidad de alimentación o carga de residuos variables.
- Posibilidad en algunos casos de conseguir ingresos adicionales que compensen parcialmente los costos de funcionamiento (incineración con recuperación de energía)
- Fácil localización cerca de los centros de producción con una reducción de espacio y menores costes de transporte de los residuos sólidos urbanos a su punto final

Inconvenientes:



- Importante inversión de capital.
- Costos de funcionamiento elevados
- Eliminación parcial de los residuos, por la presencia final de las escorias y cenizas, que deben eliminarse en vertederos.
- Tecnología contaminante por eliminación de humos y gases tóxicos.
- Es necesario que el flujo de R.S.U. diario a la incineradora sea constante en el tiempo y con cantidades elevadas para que sea rentable este proceso.

Finalmente conviene destacar que dada la creciente sensibilidad que se manifiesta actualmente en los temas medioambientales, cada vez son mayores las exigencias de medidas a tomar, lo que conlleva a costos de instalación de equipos cada vez mayores. Por otro lado, si se pretenden aminorar en parte estos costos, en base a situar las instalaciones en lugares menos restrictivos, se encuentra con frecuencia el problema de un mayor costo de transporte, que aumenta los de por sí elevados costos de eliminación por este método. A todo ello hay que añadir los costos de energía, con tendencia continua al alza, todo lo cual proporciona a la incineración de residuos unas perspectivas poco competitivas respecto de otros métodos de eliminación. Sin embargo, es necesario destacar la importancia de las plantas de incineración para el tratamiento de los residuos clínicos.

6.4 Tratamiento de residuos de establecimientos de salud.

Debido a lo oneroso que es el tratamiento de residuos médicos, biológico-infecciosos, patológicos o de establecimientos de salud (cada país utiliza términos diferentes), en los hospitales se acostumbra separar estos residuos de los convencionales que pueden ser recogidos por los servicios normales de recolección a precios mucho más económicos. Generalmente, de los 1 a 6 kg/día que se producen por cama solo el 10 al 30% son peligrosos, según el cuidado que tenga el personal del hospital en la separación. Los residuos peligrosos son normalmente recolectados por un servicio especial con camiones o camionetas cerradas y sin compactación. Casi siempre la recolección está incluida en la tarifa mensual que cobran los operadores de las instalaciones de tratamiento. Los sistemas de tratamiento más usuales son:

Incineración

Consiste en la combustión de los residuos en incineradores de doble cámara llamados "pirolíticos", a temperaturas de 800 a 1000°C en la primera cámara con tiempos de retención de media a una hora. Los gases que se desprenden pasan a una

Tratamiento: reciclado e incineración



segunda cámara que trabaja con combustible auxiliar para elevar la temperatura a unos 1.200 a 1.300°C durante dos segundos. De este modo las emisiones a la atmósfera normalmente cumplen con las normas nacionales. Las cenizas que constituyen de un 10 al 15% del peso, se llevan al relleno sanitario. Los incineradores, al igual que los otros sistemas de tratamiento pueden instalarse en los mismos hospitales, en otros sitios o en el relleno sanitario.

Autoclave

Consiste en la desinfección o esterilización de los residuos por calor húmedo o sea que se inyecta vapor a la cámara donde se han colocado los residuos. Las temperaturas que se alcanzan son unos 160°C y los ciclos pueden durar de media a una hora. Las ventajas del método son que generalmente es ligeramente más económico, que los hospitales están familiarizados con el sistema y que es menos contaminante que otros. La desventaja es que los residuos salen reconocibles si no se pone un molino y algunos países exigen en sus normas contar con ese equipo, y que no hay reducción de peso ni volumen por lo que habrá que gastar en su transporte al relleno más que en otros casos.

Desinfección química.

Generalmente consiste en bañar los residuos con un desinfectante químico, para lo que más comúnmente el cloro. Se requiere de molienda previa para asegurar el contacto de los residuos con el desinfectante. Es un método también económico, pero tiene problemas cuando se tiene mucha materia orgánica, también con las agujas hipodérmicas donde el desinfectante no puede entrar, y el volumen tampoco se reduce.

Microondas

Consiste en colocar los residuos en una cámara y someterlos a microondas. Hay equipos pequeños para clínicas y los hay grandes con molienda y con vapor auxiliar. Como desventajas se pueden mencionar que no admite la presencia de metales en los residuos y que tampoco hay reducción de volumen.

Irradiación y otros

Se utilizan rayos X o rayos gamma y no producen ruidos ni molestias. El tratamiento es generalmente más caro que los otros y tiene una tecnología más sofisticada. Constantemente están saliendo nuevos métodos como el de plasma y otros que deben ser probados y evaluados.



Relleno Sanitarios

En muchas legislaciones se prohíbe disponer estos residuos en el relleno sanitario. Sin embargo si no hay otra alternativa este método puede usarse aunque sea temporalmente. Desde el punto de vista sanitario y de contaminación no hay problema si se hacen bien las cosas. Generalmente consiste en tener una celda o trinchera especial para estos residuos, cercada con malla ciclónica para impedir el acceso de los segregadores o personas ajenas. En el fondo se hace una impermeabilización y se coloca una capa de cal viva para que las bacterias que logren llegar ahí mueran. Posteriormente se colocan los residuos del día, los cuales se tapan de inmediato con 30 a 40 cm de tierra. Al otro día se coloca nuevamente un poco de cal y se colocan los residuos reanudando el ciclo hasta llenar la celda que se cubre con cuando menos 60cm de tierra.

Quemado

En clínicas y puestos de salud que no tiene acceso a otro método de tratamiento se recomienda construir un "quemador" artesanal, que incluso puede ser un tambor al que se le coloca una parrilla en el tercio inferior y se le hace un agujero lateral debajo de la parrilla para permitir la entrada de aire y para sacar las cenizas. Lógicamente estos no cumplirán con las normas nacionales de temperatura mínima ni con las de emisiones.

Tratamiento: reciclado e incineración





Glosario

- ***Autocombustión:***

Es el proceso que se produce cuando el material que se quema tiene un alto porcentaje de combustible y no necesita que se lo añada aparte y está en buenas condiciones para recibir oxígeno u otro comburente

- ***Biodegradable:***

Se dice de las materias que son eliminadas por efectos biológicos naturales

- ***Calorías:***

Unidad de medida física para evaluar la cantidad de calor, cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 g de agua de 14,5°C a 15,5°C bajo la presión de una atmósfera

- ***Carbono:***

Elemento no metálico, sólido componente principal de todas las sustancias orgánicas.

- ***Cenizas:***

Elementos incombustibles de un combustible sólido que terminada la combustión se encuentra en estado de polvo o sólido y más o menos vitrificado si ha pasado de estado líquido a pastoso

Volátiles Son aquellas cenizas que por su escaso peso suben a la atmósfera.

Decantables Se depositan en la cima de las escorias



- **Combustión:**

Accion o efecto de arder o quemar

Combustible. Que puede arder con facilidad

Comburente. Son aquellos cuerpos que al combinarse con otros provocan la combustion de este ultimo. El oxigeno es un comburente pero no un combustible.

- **Compost:**

Producto procedente de la descomposicion de la materia organica generada en los residuos solidos y que puede utilizarse como abono en suelos agricolas.

- **Control de Calidad:**

Control cuyo objetivo es preservar los conceptos de calidad de un determinado producto o actividad

- **Cribado:**

Proceso por el cual se realiza una seleccion del material a tratar, con el fin de eliminar impurezas

- **Emanaciones:**

Desprendimiento de sustancias volatiles que surgen de determinados elementos quimicos. Generalmente son toxicos.

- **Escorias:**

Residuo mineral, generalmente petrificado, resultado de la combustion a altas temperaturas de diferentes materiales o subproductos metalurgicos o minerales.

- **Exotérmica:**

Reaccion que desprende calor

Tratamiento: reciclado e incineración



Glosario

- **Fermentación:**

Proceso constituido por reacciones biológicas de oxidación-reducción, que produce energía a partir de los compuestos orgánicos. En sentido estricto debemos decir que la oxidación es la fijación de oxígeno en un cierto cuerpo y la reducción es el fenómeno inverso, por lo general estos fenómenos se dan paralelamente.

Aerobia: En contacto con el aire.

Anaerobia: En ausencia de aire.

- **Fibra de Vidrio:**

Vidrio en forma de filamentos que se emplea mezclado con poliéster para dar rigidez. Tiene además otros usos como el de aislante térmico.

- **Granulación:**

Proceso perteneciente al flujo de reciclaje del plástico, consistente en la disminución y partición del plástico inicial en granulos para su posterior reutilización después de lavado como materia prima

- **Humedad:**

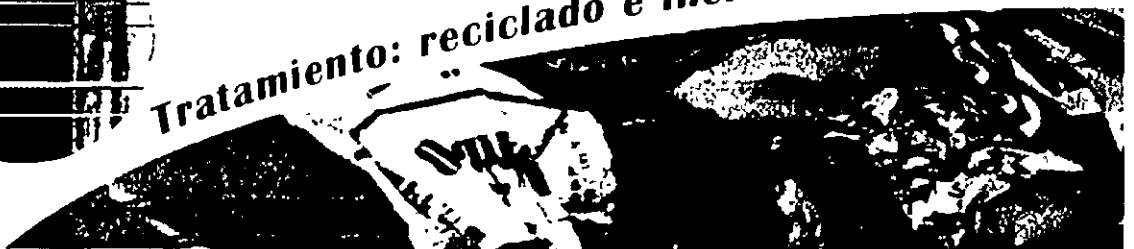
Contenido de agua en la atmósfera o en un determinado cuerpo

- **Incineración:**

Acción o efecto de incinerar, que es reducir una cosa a ceniza. Es sinónimo de quemar

- **Materia Inorgánica:**

Materia perteneciente a cuerpos sin órganos para la vida, como por ejemplo son los minerales



- **Materia Orgánica:**

Es la producida por los restos de los animales y vegetales que sufren un proceso de descomposición y se convierten en humus

- **Metano:**

Gas producido principalmente en la descomposición de la materia orgánica y que posee propiedades contaminantes.

- **Microorganismos Patógenos:**

Seres solo visibles al microscopio, como bacterias, levaduras, etc. Que pueden ser los causantes de vectores sanitarios y enfermedades.

- **Pelletización:**

Proceso perteneciente al flujo de reciclaje del plástico consistente en estandarizar la disminución a granulos para que posteriormente sea aceptado el plástico como materia prima.

- **Poder Calorífico:**

Se le denomina al poder de una sustancia de producir calor, en un momento se determina a partir del máximo que se obtendría en las circunstancias más favorables

- **Separación electrostática:**

Consiste en la separación realizada con el objetivo de eliminar metales de los residuos sólidos.

Tratamiento: reciclado e incineración





Bibliografía

En la Red de Educación a Distancia:

Zepeda, F., Teixeira, P., Rossin, A., Acurio, G. Diagnostico de la situacion del manejo de residuos en A.L.C Division de medio ambiente. Departamento de Programas Sociales y Desarrollo Sostenible. Banco Iberoamericano de Desarrollo. 1997.

En bibliotecas:

American Public Works Associaton Tratamiento de residuos sólidos urbanos Instituto de Estudios de Administracion Local 1976.

Lund, Herbert F Manual McGraw-Hill de reciclaje. McGraw-Hill. 1996.

M.O.P.U Tecnicas y Servicios Urbanos S.A. Servicio de Publicaciones. Gestión de Residuos Sólidos. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid 1982.

Techobanoglous, G, Theisen, H, Vigil, S Gestion integral de residuos sólidos. McGraw-Hill 1994

Zepeda, F., Teixeira, P., Rossin, A., Acurio, G Diagnostico de la situacion del manejo de residuos en A.L.C Division de medio ambiente. Departamento de Programas Sociales y Desarrollo Sostenible Banco Iberoamericano de Desarrollo. 1997.





Actividades de Aprendizaje

I- Trabajo con Módulo y Guía

En esta sección del módulo, usted encontrará una serie de interrogantes que tienen la intención de orientarlo en su proceso de estudio y acompañarlo en la identificación de sus aspectos centrales.

El objetivo de estas actividades es que reconozca la importancia de los procesos de recuperación y su viabilidad según las características de su zona.

1. Elabore un plan hipotético de reciclaje de residuos producidos en su hogar analizando ventajas y desventajas. Indique qué tipo de residuos reutilizaría en cada proceso y cuáles no. Justifique en cada caso su respuesta.
2. Indique tipos de materiales que por su composición puedan producir contaminación en su hogar. Caracterice esta contaminación y elija su tratamiento seleccionando alguno de los procesos señalados en el módulo. Justifique su respuesta.
3. Seleccione dos o tres tipos de residuos diferentes, en ellos analice comparativamente los procesos de Incineración y Compostaje indicando ventajas y desventajas según las características de los materiales que los componen.

II- Pautas para recopilar información

Este tipo de actividades procuran orientar la recolección de información que usted necesitara para elaborar el diagnóstico en su proyecto.

Tratamiento: reciclado e incineración



Actividades de Aprendizaje

1. Efectúe la caracterización de los residuos identificando los materiales tales como.

- Latas
- Plásticos
- Papel y cartón
- Vidrios
- Metales
- Pilas
- Pañales
- Residuos de alimentación (materia orgánica)
- Otros

Indicando la cantidad de cada uno de los componentes posibles de recuperar (kg y porcentaje). Esta actividad se realizara en origen

2. Realice la actividad anterior pero en su vertedero, donde se depositan en la actualidad los residuos sólidos urbanos

3. Identifique en su zona, una superficie con posibilidad de recuperación por medio de compostaje. Especifique su extensión y justifique su elección.

4. Analice las ventajas y desventajas de realizar una separación en origen de los residuos con vistas a una recogida selectiva en su zona, indicando si los envases poseen algún tipo de codificación de porcentaje o características del material posible de reciclar

5. Reconozca la forma de recuperación de algún material que se este realizando en su zona y describa las características del material que se recupera, cantidad, forma de disposición y tipo de recogida, indicando frecuencia, personal del servicio y si son o no remunerados y de que manera. En caso de que no exista este procedimiento en su zona, hipoteticamente como deberían ser, teniendo en cuenta estos factores.



Actividades de Aprendizaje

6. Indicar si en el vertedero de su zona existen personas que de forma ilegal manipulan los residuos. Analizar acciones y efectos.

7. Según la caracterización de la basura de la localidad que usted analiza (realizada en el Módulo I) indicar si es posible el proceso de incineración, justificando su respuesta

III- Definición de propuestas alternativas

1. Seleccione un material de los que se producen en su zona posible de recuperar, justifique su elección y elabore una secuencia de recuperación considerando:

- Cantidad de material producido (kg /hab.día) (revisar módulo de recogida y transporte)
- Características de la recogida del material.
 - personal
 - tipo de vehículo
 - tipo de receptáculo
 - frecuencia de recogida
 - horario de recogida
 - etc.
- Ubicación del punto considerado para el tratamiento del material elegido (sin entrar en la tipología de instalación) Justifique el sitio elegido
- Distancia del punto elegido a los puntos de producción del material. Establezca el itinerario de recogida, (revisar módulo de recogida y transporte)

En función de esta planificación realice una valoración económica de mercado (oferta y demanda del producto), social y ambiental

Tratamiento: reciclado e incineración





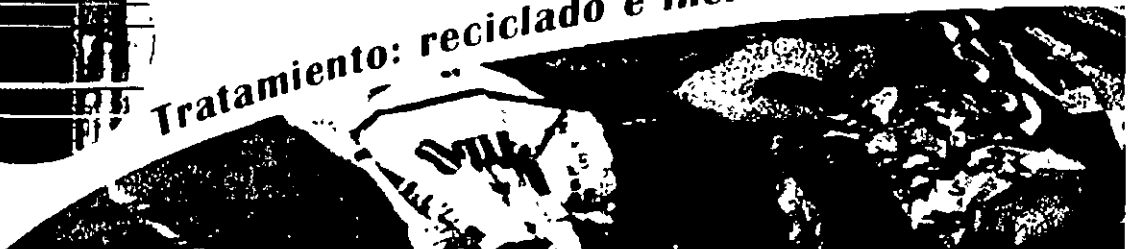
Pistas de auto-evaluación

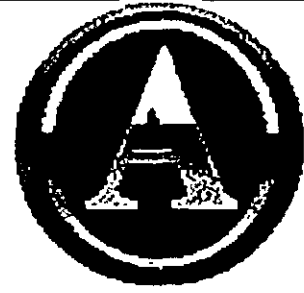
1. Tenga en cuenta los materiales que pueden ser reutilizables. Por ejemplo las características de sus envases. ¿Alguien le compraría estos residuos? ¿Qué usos le daría? ¿Quién se los compraría?

2. Para analizar esto, identifique los elementos contaminantes, la forma que afecta el medio ambiente. Tenga en cuenta la proporción de materiales orgánicos y su composición. Recuerde que no todos los materiales contaminantes pueden ser tratados, pero sí dispuestos de forma ambientalmente segura.

3. Al pensar en el proceso de incineración, tenga en cuenta qué porcentaje es combustible de los residuos que quiera someter a este proceso.

- En relación al proceso de incineración y compostaje, usted no debe olvidar la cantidad de materia orgánica y el porcentaje de humedad de los residuos.
- También debe tener en cuenta los posibles lugares agrícolas y sus características en los que reutilizaría el compostaje.





A n e x o

Elaborado por el Ing. Edgardo Martín, Córdoba, Argentina.



Reciclado

En el modulo correspondiente hemos visto los procesos que se realizan en las plantas de tratamiento de RSU para la obtencion de compost y la separacion de inorganicos reciclables.

Con respecto a estos ultimos, cada tipo de producto recuperado admite trabajos adicionales a través de los cuales se les agrega valor. Por ejemplo las latas de aluminio vendidas a granel tienen un precio, pero si a los envases de aluminio se les quita el aro metálico del pico, y se los compacta, el valor aumenta y si se lo funde y lingotea éste es mucho mayor.

En el caso de los plasticos, cuyo proceso de reciclado se analizo exhaustivamente, tendra un valor si a la planta de reciclaje se los vende preseleccionados y otro mucho mayor si se los clasifica, muele, lava, seca y embolsa

Es decir que el reciclado en si, tiene un valor final que depende, de la etapa que se alcance en la planta de tratamiento de RSU y que cada etapa, si bien implica mayor inversion inicial tambien genera mayor valor agregado creando nuevos puestos de trabajo, y en definitiva hace mas factible el funcionamiento de dichas plantas.

La eleccion de los materiales a los que se le pueden agregar procesos y las etapas a alcanzar no son transferibles directamente de otras plantas ya que hay variables que son propias de cada lugar y que determinan con qué y hasta dónde se puede llegar en el proceso de reciclado

Veremos ahora distintos procesos que es posible realizar con los principales materiales que se obtienen luego de la clasificacion en las plantas de tratamiento de RSU de nuestros paises

Plásticos

Si bien se describio en este Modulo el proceso completo de reciclaje PEHD, fue visto como una tarea industrial a realizar fuera de una planta de tratamiento, limitando la accion a la clasificacion de los distintos tipo de resinas.

Sin embargo, debido al bajo costo de las instalaciones y maquinarias necesarias para el proceso, a lo sencillo de su operacion y a la gran demanda de plastico reciclado, es factible realizar todos estos procesos en la misma planta.

La realidad de nuestros paises indica que hay un gran numero de piezas plásticas que debido a su precio final solo pueden ser realizadas con resinas recicladas ya que de ser construidas con materia prima virgen, el costo del material necesario superaria el precio de venta de la pieza terminada

Tratamiento: reciclado e incineración



A n e x o

De acuerdo al tipo de resina plastica que encontramos con mayor abundancia en los RSU de cada region se puede planificar el tipo de proceso a realizar.

También es posible procesar varios tipos de resina, ya que la maquinaria a utilizar es la misma. No obstante, hay que tener la precaucion de no mezclarlas durante su elaboración

Es muy importante conseguir el aporte de rezagos industriales que pudieran producirse en la zona de influencia de la planta de RSU de manera de incrementar el flujo de materiales a elaborar

Es posible ademas, haciendo un adecuado estudio de mercado, llegar a la elaboracion de productos finales ya que esto no incrementa en demasia la inversion inicial permitiendo elevar de manera notable el precio final

A modo de ejemplos exponemos los precios que adquieren los productos de PEHD

MATERIAL	PROCESO	PRECIO DE VENTA POR KG
PEHD	Clasificado	US\$ 0,15
	Molido Lavado Seco	US\$ 0,45
	Extrurado	US\$ 0,80
	Bidones de PEHD	US\$ 2,50

Algunos de los usos principales de las distintas resinas son:

PEHD	Bidones y botellas
Mezcla de PEHD y PELD	Manijas para bolsas plásticas, cesto de damajuanas, tapones de garrafas, caños para nego baldes para albañilería, bases de cepillos
PVC flexible	Mangueras de nego, suelas para zapatillas, punteras para tapones de garrafa
PVC rigido	Caño corrugado para instalaciones eléctricas, fibra para cepillos escobas
PS	Fratachos para la construcción, juguetes
PP	Cajas de baterías, caños para agua, tapones para cilindro de gas



Tratamiento: reciclado e incineración.



Conocer la composición del plástico de los RSU y sus posibilidades de utilización permitan planificar las plantas de tratamiento. Así, por ejemplo, en una región en donde los RSU contengan gran cantidad de PEHD es posible planificar una planta que incluya la producción de bidones y botellas. Si lo que predomina es el PVC flexible podrán elaborarse, mangueras para riego.

Por otra parte conviene destacar que los fabricantes de productos plásticos que usan materiales reciclados, prácticamente ya no lo compran clasificado y a granel, sino que por lo menos lo exigen molido, lavado, secado y preferentemente extrudado, por lo que de allí a la obtención de productos finales sólo resta una etapa que bien puede integrarse a través de una planta de tratamiento de RSU.

Aluminio

En nuestros países aproximadamente 50%, del aluminio que se elabora, es regenerado de la chatarra en las refineries o talleres de fundición. Las aleaciones refundidas que resultan, llamadas aleaciones standard, tienen un gran campo de aplicación por razones de economía o en los casos en que no es necesaria una gran resistencia a la corrosión la cual exige ausencia de cobre y aleaciones de gran estabilidad química.

Se lo emplea principalmente para colado como aleaciones de adición, así como para reducción y desoxidación de los aceros y hasta cierto punto, según la calidad, se utiliza también para preparar semiproductos de aluminio aleado.

Figura N° 1: Ciclo del metal en la obtención de semiproductos.

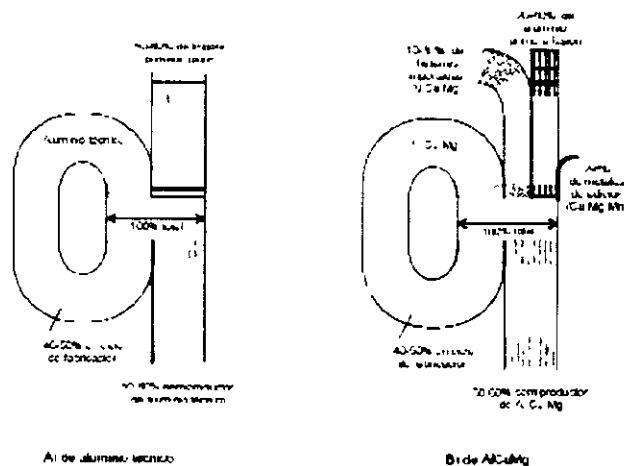


Fig. 1. Ciclo del metal en la obtención de semiproductos.

Tratamiento: reciclado e incineración

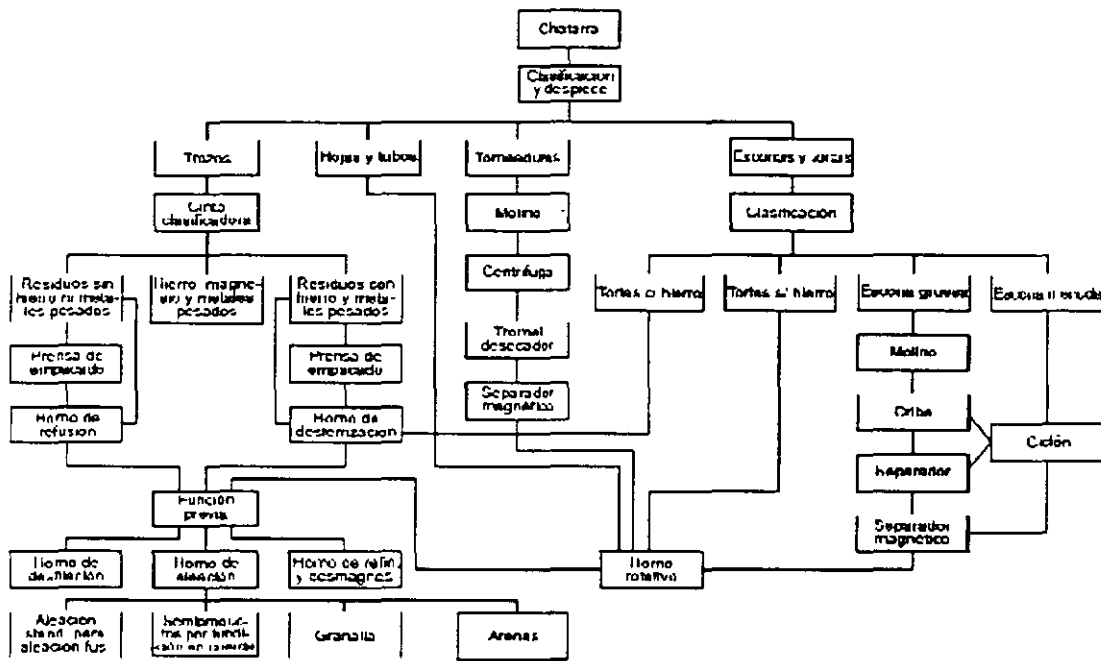


A n e x o

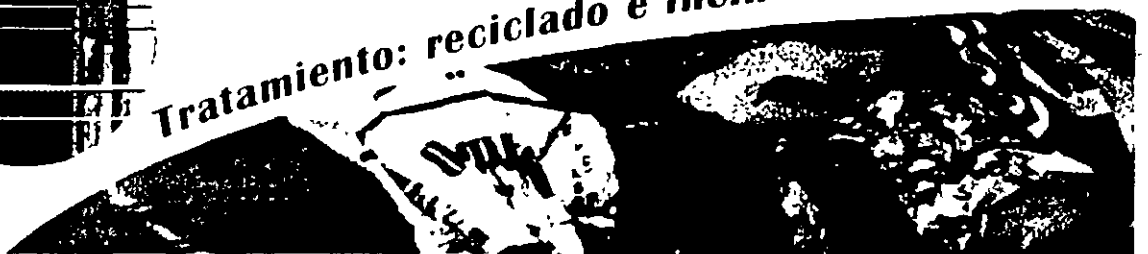
Hoy se pueden trabajar las chatarras de aluminio de tal forma que las aleaciones obtenidas puedan aplicarse a diversos usos. Para elaborar correctamente las chatarras es preciso contar con una instalación adecuada

En la siguiente figura se grafica este proceso

Figura N° 2: Proceso del trabajo de refundición de chatarras.



Tratamiento: reciclado e incineración.



La chatarra se clasifica y se efectúa una primera fusión, con lo cual los metales extraños como el hierro, níquel o cobre, (que presentan un punto de fusión muy superior al del aluminio) se pueden separar al adquirir estado sólido.

Hasta esta etapa es posible obtener lingotes de una composición química conocida, los que se envían a los talleres de fundición donde se completa el proceso eliminando la impureza no metálica como óxidos, nitruros, carburos, con fundentes o bien pasando corriente de nitrógeno o cloro gaseoso, mediante dispositivos apropiados.

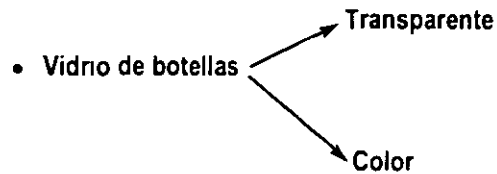
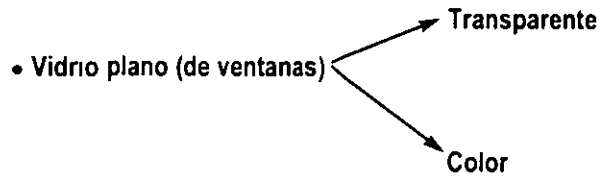
Se conocen varios métodos para eliminar los metales que quedan aleados, no obstante por razones económicas, se suele limitar a eliminar el magnesio con corriente de cloro a través del metal en fusión. Luego se hacen las adiciones necesarias, obteniéndose las aleaciones comerciales.

Esta etapa requiere de gran experiencia en el manejo del horno de fusión ya que puede haber emanaciones tóxicas, por lo que no es posible realizarlo en las plantas de tratamiento de RSU.

Vidrio

En este caso las instalaciones necesarias para la obtención de productos finales son sumamente costosas por lo que no es factible llegar a ellos en una planta de RSU.

No obstante, es posible obtener precios más elevados que el del vidrio a granel recurriendo a una clasificación de los diversos tipos de RSU.



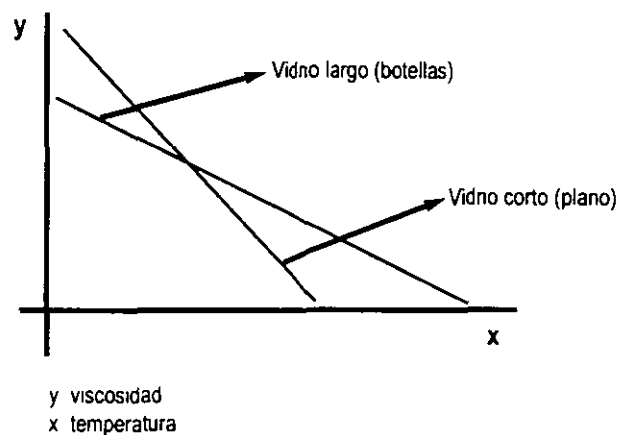
Tratamiento: reciclado e incineración



A n e x o

Estos dos tipos de vidrio no deben mezclarse ya que como fue dicho, el vidrio plano (por su contenido de plomo) comúnmente llamado vidrio corto, aumenta rápidamente su viscosidad con la disminución de la temperatura (es decir que se endurece rápidamente).

No se lo puede usar para fabricar botellas o damajuanas porque no mantiene su viscosidad (blando) mientras se realizan las etapas necesarias para la conformación de los envases (gota, preforma, forma final), aún al ir perdiendo temperatura. Estos son los denominados vidrios largos.



Atendiendo a estas características diferentes de los vidrios y una vez separados, se les puede agregar algunas etapas con el fin de elevar el precio final.

En el caso del vidrio plano tanto transparente como de color se procede a lavarlo para quitarle la tierra que pueda tener adherida, la cual como se vio es la causante del color verde de los vidrios de botella, y se lo tritura a una granulometría predeterminada por el consumidor

En cuanto al vidrio de botella transparente se le aplica el mismo proceso, es decir lavado y trituración, no así al de color el cual solo se lo tritura, pero en ambos casos se debe cuidar de eliminar todos los trozos de aluminio que pudieran quedarle, pues constituye un contaminante de importancia

Con estos procesos, además de obtener un precio mayor, se consigna una mejor colocación del material producido ya que la oferta del vidrio es bastante abundante y los fabricantes se inclinan por la compra de materiales que le evita tareas engorrosas en sus plantas de fundición.

La maquinaria necesaria para la trituración y lavado es sumamente simple, de bajo costo y de muy sencilla operación



Tratamiento: reciclado e incineración.



También es posible considerar el caso de las botellas que llegan sin roturas a la planta, las cuales se clasifican de la siguiente forma: de $\frac{3}{4}$, litro, sidra champagne; gaseosas; aceite, otras.

Una vez clasificadas se pueden lavar en máquinas adecuadas mediante un simple proceso que permite venderlas a los fraccionadores en forma directa.

Chatarras de Hierro y Fundición

Para procesar este tipo de materiales se requieren, como en el caso del vidrio, instalaciones muy costosas y elevadas cantidades de material. Aquí nos limitamos a una correcta clasificación y, en el caso especificado de latas o chapas finas, al prensado con el cual se disminuye el volumen y se abaratan costos de flete.

a) Chatarra de fundición: Procede de fuentes diversas, por lo que no es posible indicar su composición química. No obstante, se puede establecer una clasificación en montones homogéneos, basándonos en tipo de piezas y dimensiones. De acuerdo a lo expresado en la Tabla 1, piezas de procedencias diversas, pero de dimensiones parecidas y de igual uso, están constituidas por fundición con análisis idéntico, o al menos parecido.

En el patio de almacenamiento, la chatarra estará ordenada, sino en varios montones teniendo presente, por ejemplo, la clasificación de la chatarra expuesto en la Tabla 2.

b) Chatarra de Hierro o acero.

Valen las mismas consideraciones formuladas a propósito de la chatarra de fundición. En la Tabla 3 se catalogan, a manera de ejemplo, los de hierro o acero comúnmente usados, incluyendo análisis respectivos.

Tratamiento: reciclado e incineración



A n e x o

Tablas 1: Análisis medio para las piezas de fundición más comunes.

Tipos de Piezas	Espesor	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
Piezas para fumisteria	5 8	3,5	2,5	0,55	0,8	0,08	-	-	-
Radiadores y calderas de calefaccion	3 6	3,4	2,8	0,6	1,2	0,08	-	-	-
-	7 10	3,5	2,4	0,7	1,-	0,09	-	-	-
Piezas Ornamentales	2 4	3,3	3,2	0,6	1,3	0,08	-	-	-
Piezas para esmaltar (domesticas y sanitanas)	3 5	3,4	2,8	0,6	1,2	0,09	-	-	-
-	5 8	3,6	2,6	0,7	1,-	0,09	-	-	-
Barotes de Parnilla	10 15	3,2	1,5	0,4	0,4	0,08	-	-	-
-	15 20	3,2	1,3	0,45	0,3	0,08	-	-	-
Zapatas de Freno	60 100	3,2	1,5	0,8	0,6	0,12	-	-	-
Mecanica vana	5 8	3,5	2,5	0,65	0,7	0,08	-	-	-
-	8 12	3,5	2,3	0,7	0,65	0,08	-	-	-
-	12 20	3,4	2,-	0,75	0,55	0,09	-	-	-
-	20 30	3,4	1,7	0,8	0,5	0,09	-	-	-
Maquinas - Herramientas	15 20	3,4	1,8	0,8	0,4	0,08	-	-	-
-	20 30	3,3	1,6	0,9	0,35	0,08	-	-	0,6
-	30 40	3,3	1,4	0,95	0,35	0,08	-	-	0,6
-	30 40	3,35	1,4	0,95	0,3	0,08	0,25	1,-	-
Engranajes	20 30	3,3	1,7	0,8	0,35	0,08	-	-	-
-	30 40	3,2	1,5	0,85	0,3	0,08	-	-	-
Cilindros compresores, motores, etc	8 15	3,4	2,-	0,8	0,3	0,08	-	-	-
-	15 20	3,3	1,8	0,85	0,2	0,08	-	-	-
-	20 25	3,3	1,6	0,9	0,2	0,08	-	-	-
-	25 30	3,3	1,5	0,95 1	0,2	0,08	-	-	-
Cilindros para vehiculos	5 8	3,4	2,2	0,7	0,5	0,07	-	-	-
-	8 12	3,4	2,-	0,8	0,45	0,07	-	-	-
Fundicion resistente al fuego	15 20	3,3	1,8	0,5	0,3	0,07	-	-	-
-	20 30	3,3	1,6	0,5	0,25	0,07	-	-	-
-	30 40	3,4	1,5	0,5	0,2	0,07	-	-	-
Fundicion resistente a los álcalis	20 30	3,6	1,6	0,8	0,4	0,08	-	-	-
-	30 40	3,2	1,3	0,9	0,3	0,08	-	-	-
-	40 50	3,-	0,8	1,-	0,2	0,08	-	-	-
Segmentos para pistones	2 3	3,6	3,2	0,4	0,45	0,06	-	-	-
-	3 5	3,6	2,9	0,55	0,4	0,06	-	-	-
-	5 8	3,6	2,7	0,7	0,4	0,06	-	-	-
Gnferia	3 5	3,4	2,8	0,6	0,6	0,08	-	-	-
-	5 8	3,4	2,5	0,6	0,55	0,09	-	-	-
-	8 12	3,5	2,2	0,65	0,5	0,09	-	-	-
Lingoteras para fábricas de acero	100 200	3,7	1,4	1,-	0,1	0,08	-	-	0,6
Moldes para fábricas de vidrio	30 40	3,-	1,5	0,5 0,6	0,3	0,08	0,25	-	0,75

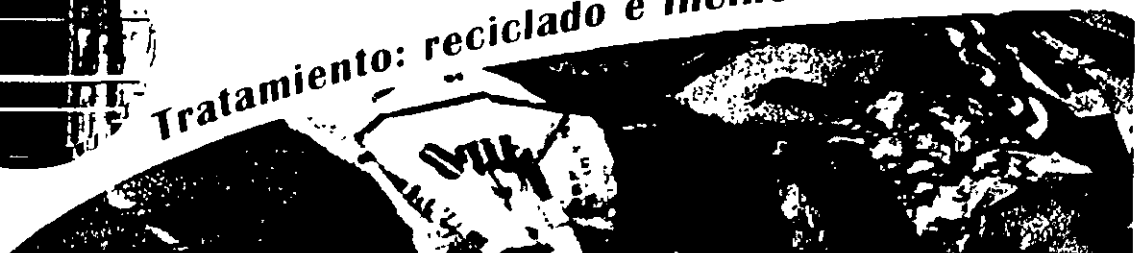


Tabla 2: Análisis medios de chatarras de hierro o acero

Denominaciones	C tot %	Si %	Mn %	P %
Puntas de Hierros perfilados	0,1	-	0,35 0,4	0,07 0,08
Puntas de carni	0,35 0,45	-	0,6 1	0,04 0,07
Tomilería en frio	0,1 0,15	0,45 0,5	-	0,07 0,08
Tomilería en caliente	0,1 0,15	0,45 0,5	-	0,4
Resortes	0,4 0,5	1,7 2	0,5 0,6	-
Resortes	0,4 0,5	1 1,4	1,3 1,6	-

Tabla 3: Clasificación de las chatarras de fundición para nuevas coladas.

Chatarra	Origen	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Notas	
Fundición Mecánica	1ª Calidad	De maquinas, espesores >10 mm	3,3 3,5	1,5 2	0,7 0,9	0,2 0,4	0,08 0,1	Se excluyen las chatarras de otras clases, es tolerado un 2-3% de Fe o acero, la pieza no debe superar los 30 kg
	2ª Calidad	De maquinas, espesores <10 mm	3,4 3,6	2 2,5	0,6 0,7	0,3 0,5	0,09 0,11	
Fundición Comun	1ª Calidad	Tubos, columnas, radiadores, calderas, maquinana agricola, con espesores mayores	3,4 3,6	1,8 2,8	0,55 0,6	0,6 0,8	0,1	Se excluyen las chatarras de fundición blanca o quemada, se tolera una heterogeneidad 2-3%, peso, como antes
	2ª Calidad del	Lo mismo, pero de menor espesor	3,5 3,6	2 3	0,5 0,7	1 1,3	0,1 0,12	
Lingoteras	Lingoteras de acererias	3,5 3,8	1,2 1,6	0,6 0,7	0,1	0,06 0,1	-	
Cilindros laminadores	Laminadoras en caliente	-	-	-	-	-	-	
Fundición Maleable	Nucleo Gns	0,5 1,5	0,5 0,6	0,4 0,5	0,05	0,2 0,3	-	
	Nucleo Blanco	2,5 2,7	0,9 1,3	0,3 0,4	0,05	0,1 0,15	-	
Fundición quemada, esmaltada, expuesta a acidos	-	-	-	-	-	-	Para usar en piezas que no requieren grandes exigencias mecanicas	
Viruta	-	-	-	-	-	-	Segun Origen	

Tratamiento: reciclado e incineración



Huesos

Se clasifican en secos y verdes.

Se denominan huesos secos a aquellos exentos de restos no óseos, por acción propia de la naturaleza, sin intervención de proceso industrial alguno. Se caracterizan por ser huesos blancos y limpios.

Casi en su totalidad provienen de esqueletos de animales muertos que permanecen en el campo y a cielo abierto durante periodos de tiempo prolongados.

Para lograr la granulometría requerida se le realiza una molienda progresiva -con un molino de martillos- pasándolo por zarandas de diámetros decrecientes.

El principal uso del hueso molido es la fabricación de rollo de película fotográfica. Esta tecnología es propiedad de contadas firmas en el mundo, observándose que se exporta el 100% de la producción de hueso seco molido, siendo Alemania su destino principal.

Los huesos verdes son los que presentan adherencias de restos no óseos, como por ejemplo, los provenientes de carnicerías, casas de comidas o del propio consumo domiciliario, puede ser sometido a dos procesos

1. El hueso se introduce en agua hirviendo con la finalidad de eliminar restos no óseos. En esta fase se obtiene, como un subproducto, grasa animal (requerida para diversas utilidades como por ejemplo, alimento de ganado porcino, producción de jabones, etc.)

El hueso obtenido se calcina y muele hasta una granulometría muy fina, utilizándose en la elaboración de alimento balanceado para animales.

2. El hueso, tal como se encuentra, se introduce en hornos similares a los utilizados en la fabricación de ladrillos o carbon vegetal. Luego de un tiempo prolongado obtenemos, en forma artificial, un hueso de las características del hueso seco.

Este proceso es más rápido que la degradación natural del hueso, pero requiere de cuidados importantes ya que el incorrecto funcionamiento del horno resultará en hueso no apto para la elaboración del gel de las películas fotográficas, derivándose como el hueso verde, a la producción de alimento balanceado.

La instalación necesaria para procesar ambos tipos de huesos es de costo accesible y/o fácil de operar, pero requiere un ingreso elevado de material a la planta, ya que el volumen de exportación por envío es de aproximadamente 300 toneladas



Textiles

Se utilizan para la obtencion de trapo para la industria, talleres mecánicos, de chapa y pintura, etc

El proceso es muy sencillo: Se clasifica el trapo de manera de eliminar los no absorbentes, como por ejemplo las fibras sinteticas, lanas y sedas.

El remanente se lava en máquinas de tecnologia muy simple, con agua y detergente industrial, y se seca en centrifugas industriales.

Al trapo obtenido se le quitan cuellos, cierres, puños, botones y toda otra parte dura que pudiera dañar a los operarios o bien rayar las superficies que se limpian con trapos reciclados. Posteriormente se corta en trozos de tamaño regular, separandose trapos blancos y de color Para su distribucion, se fraccionan en bolsones plásticos, de igual peso.

Este es un rubro interesante para explotar en plantas pequeñas debido al bajo costo de instalacion necesaria, al no requerimiento de personal especializado, y a que el producto es muy pedido por talleres, pequeñas industrias, etc. De este modo se obtiene un precio final mucho mayor que si se vendiera trapo, solamente clasificado, a los acopiadores y lavadores mayoristas.

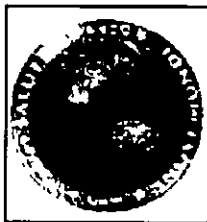
Tratamiento: reciclado e incineración



MODULO TRES



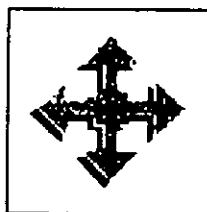
CEPAL-LPES



OPS



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CORDOBA



DEPARTAMENTO
EDUCACION A
DISTANCIA



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***



INSTITUCIONES RESPONSABLES



CEPAL-LPES

*Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación
Económica y Social (ILPES)*

Coordinación: Edgar Ortegón



OPS

*Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)*

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



U.N.C.-F.C.E.

*Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)*

Coordinación: Dalmira Pensa



AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Iipes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civalero



DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES PARA LA MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia - F.C.E. - U.N.C.

Dirección:

Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General :

Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:

Adela Coria

Marcela Sosa

Arte y Diagramación:

Santiago Druetta

Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:

Gabriela Sabulsky

María Helena Saddi

Paola Roldán

Nancy Castellano

Joel Armando

Daniela Reynoso

Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILPES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)

María Angelica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)





Indice

Indice	8
Objetivos	9
Introducción	10
Capítulo 1. Relleno sanitario o vertedero controlado. Generalidades.	13
Capítulo 2. Selección de emplazamientos para rellenos sanitarios	21
Capítulo 3. Diseño y operación de rellenos sanitarios	33
Capítulo 4. Cierre y sellado de vertederos.	75
Capítulo 5. Reinserción de vertederos	97
Glosario.	103
Bibliografía.	106
Actividades de Aprendizaje.	108
Pistas de Autoevaluación	111
Anexo N° 1: Formularios de control de operaciones.	113
Anexo N° 2: Relleno sanitario manual.	123





Objetivos

- Identificar las condiciones técnicas de operación de un vertedero y formular los criterios para su correcto funcionamiento.
- Determinar las condiciones de un nuevo vertedero a partir de su localización, reconociendo parámetros para su correcto diseño, de acuerdo a condiciones sanitarias mínimas aceptables.

Manejo y operación de un vertedero





Introducción

La gestión integral de los residuos, como hemos analizado hasta ahora, se inicia con el manejo en origen, almacenamiento, pre-recogida, recogida, transporte, procesos intermedios donde se considera la recuperación, selección, reciclaje e incineración. En este Módulo abordaremos la última fase de la gestión de residuos que consiste en su disposición final. Cualquiera sea el tratamiento que se le de a la basura, siempre existirá una determinada cantidad de estas cuya disposición final sea un vertedero.

Aquí procuramos dar una orientación sobre la forma de implementación de vertederos, así como sus características, introduciendo el método de relleno sanitario o vertedero controlado, para explicar a continuación sus diferentes características, sus correspondientes parámetros y factores que influyen en el diseño.

Una consideración aparte, dada su importancia, merece la localización del vertedero si fuera necesario definir su nuevo emplazamiento. El módulo entrega las consideraciones que se debe abordar para su correcta determinación.

Como orientación, se repasan los diferentes equipos que se pueden usar, de acuerdo a la envergadura del vertedero. Finalmente se establecen los diferentes tipos de control a que debe someterse el relleno sanitario, considerando el control ambiental, control de gestión, programa de control de moscas, control de roedores, higiene y seguridad laboral, control técnico y administrativo. El módulo finaliza orientando al lector en la determinación de costos, haciendo una distinción entre costos variables y fijos.



El análisis considera solamente la disposición final de los residuos domiciliarios que no están comprendidos en la categoría de patógenos peligrosos e industriales. Por su potencial riesgo para la salud los residuos patógenos y peligrosos requieren una recolección diferenciada y la disposición final en los vertederos debe practicarse en zanjas de uso exclusivo, con el enterramiento de los desechos y realizando en la fosa, procesos de recubrimiento e impermeabilización específicos, pero ello requiere de un estudio particular.

Una vez determinadas las características y parámetros básicos de la gestión de residuos, es posible que una pequeña comunidad no se pueda integrar a un vertedero mancomunado debiendo resolver su problema en forma independiente. Ante esto, la solución es diseñar un vertedero de tipo manual. La OPS (Organización Panamericana de la Salud), ha publicado diversas guías y recomendaciones, las que se han agregado al presente módulo. Se incluye un resumen de las publicaciones de la OPS referente al vertedero manual, abordando su diseño, los diferentes pasos a seguir para su correcta construcción, para concluir con su operación y mantenimiento.

Tanto en el vertedero controlado de tipo manual como convencional, es necesario una vez que se ha llegado al final de su vida útil, realizar su clausura y posible reinsertación (post-clausura), de acuerdo al proyecto. En el presente módulo se reflejan las pautas a seguir para tal fin.

Capítulo



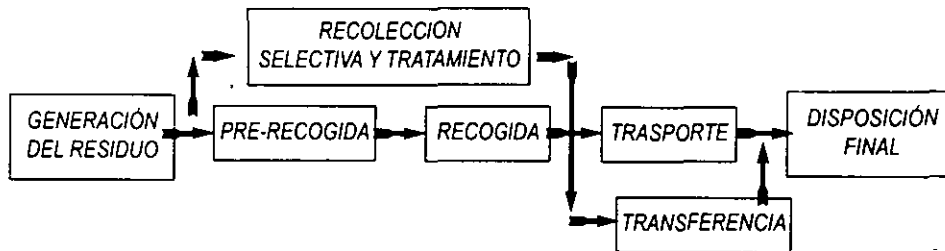
**Relleno sanitario o Vertedero controlado.
Generalidades.**



1. Relleno sanitario o vertedero controlado. Generalidades.

El destino final de las basuras, dentro del proceso de Gestión de los residuos sólidos urbanos, culmina con la disposición final en vertedero tal como veremos en el presente módulo

El sistema de gestión de residuos tiene fundamentalmente las siguientes fases:



- Generación de residuos. (Producción de residuos)
- Pre-recogida (Almacenamiento periedificacional)
- Recogida (Disposición en vehículo de recogida).
- Transporte (Transporte directo o mediante transferencia)
- Tratamiento (Proceso opcional e intermedio de aprovechamiento del residuo. Ejemplo Reciclaje)
- Disposición final

Para que la gestión integral de los residuos sólidos urbanos sea económicamente posible se debe disponer de unas cantidades importantes de residuos, esto en razón de las implicaciones que tiene la economía de escala en su manejo. Este factor provoca que los núcleos pequeños y medianos de población no puedan hacer frente a las cargas económicas que exige. Se plantea por consiguiente formas agrupadas de manejo, mancomunada o asociación de pequeños municipios. Una solución técnico económica que asegure una solución más adecuada al costo más bajo posible es a través de estas asociaciones de pequeños municipios.

Hoy nos encontramos con dos tipos de vertedero bien diferenciados: vertederos incontrolados y vertederos controlados.

Manejo y operación de un vertedero



1.1. Vertedero incontrolado.

El método tradicional para deshacerse de las basuras en todos aquellos lugares que no cuentan con recursos económicos suficientes o bien carecen de una política medio ambiental bien definida, ha sido el vertedero a cielo abierto o vertedero incontrolado. Estos vertederos están localizados en la mayoría de los casos en lugares totalmente inadecuados en los que se están produciendo importantes alteraciones del medio ambiente. Los residuos han sido eliminados mediante vertidos incontrolados, como es el caso de un 60% de los residuos de América Latina y el Caribe contaminando aire, agua y suelo.

Se observa en estos lugares que se desconoce el manejo de las basuras, que se producen grandes acumulaciones de residuos con proliferación de vectores, los cuales se intentan minimizar prendiéndole fuego con el consiguiente deterioro ambiental. Es por este motivo que se pueden observar vertederos incontrolados que están ardiendo continuamente.

Además cuando los residuos se depositan a cielo abierto se descomponen dando lugar a la aparición de malos olores, a consecuencia de microorganismos patógenos responsables de una gran cantidad de enfermedades que afectan al hombre. Como resultado de la acumulación de una gran variedad de materiales donde predomina la fracción orgánica (caso de América Latina y el Caribe), los vertederos incontrolados se ven frecuentados por especies animales, que en algunos casos pueden llegar a constituir verdaderas plagas, o bien ser vía de transmisión de enfermedades originadas en los microorganismos patógenos. Finalmente se puede señalar la contaminación del agua superficial y subterránea junto a la natural degradación del paisaje.

Para evitar todos estos problemas es necesario que los residuos tanto urbanos como rurales sean tratados en lugares adecuados preservando el medio en que vivimos. Esto se puede conseguir mediante una adecuada acción determinada por los responsables de cada ayuntamiento o municipio.

Con el fin de evitar las implicaciones negativas que ocasionan los vertidos incontrolados, se han desarrollado nuevas técnicas que tienden a controlar, minimizar o hacer desaparecer los efectos desfavorables. Este sistema se denomina relleno sanitario o vertedero controlado.

Es posible convertir un vertedero incontrolado en controlado utilizándose el mismo terreno siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- Efectuar un diagnóstico que determine la calidad ambiental del vertedero incontrolado.
- Evaluar las consideraciones de cierre, sellado y reinsertión que permita el desarrollo de un nuevo vertido.
- Evaluar la vida útil del nuevo proyecto, la cual deberá superar los cinco años para que sea rentable.





1.2. Relleno sanitario o vertedero controlado.

1.2.1 Rellenos sanitarios convencionales.

Los rellenos convencionales o mecanizados son los que se aplican en todas las localidades con suficiente basura para justificar económicamente el uso de maquinaria pesada para las operaciones unitarias de excavar para preparar el terreno, aflojar material de cobertura, mover las basuras y cubrirlas. Según 123a "American Society of Civil Engineers -ASCE", "Relleno Sanitario es la técnica para la disposición de la basura en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin ocasionar molestias o peligros para la salud y seguridad pública. Este método utiliza principios de ingeniería para confinar las basuras en el menor espacio posible, reduciendo su volumen al mínimo posible. La basura así depositada, se cubre con una capa de tierra, denominada material de cobertura con la frecuencia necesaria, por lo menos al fin de cada jornada, esta capa de tierra tiene como finalidad asegurar un vertido sanitario sin malos olores, migración incontrolada de gases o atracción de vectores y animales".

Como puede apreciarse, se trata de una obra de ingeniería, que se desarrolla en un área determinada y como resultado final produce la modificación de la topografía del terreno. Su ejecución brinda un servicio que es la disposición final de los residuos sólidos producidos por el núcleo urbano.

Se puede considerar que un vertedero es controlado cuando reúne las siguientes características

- El almacenamiento se realiza de tal forma que evitan molestias y riesgos para la salud pública así como la degradación del medio ambiente.
- El terreno dedicado a vertedero está perfectamente delimitado y cercado.
- Existe un control de accesos, de vehículos y personal
- No se quema residuo, ni se producen malos olores, la basura está totalmente cubierta. No hay gente escarbando los desechos, existen drenajes de interceptación de aguas superficiales y control sanitario
- Si tiene las obras de ingeniería adecuadas para el control ambiental de las emisiones de gases, del control y tratamiento de lixiviados, si es que son necesarios, si cuenta con programas de monitoreo ambiental, y si tiene planes de clausura y posclausura

Un aspecto importante para remarcar es que los enterramientos sanitarios posibilitan métodos más complejos de tratamiento y llevan a cabo acciones correctivas en caso de contaminación de las napas, cursos de aguas y/o suelos.

Manejo y operación de un vertedero



1.3 Rellenos sanitarios manuales

Los rellenos sanitarios manuales se usan generalmente en pequeñas localidades que producen muy poca basura. Lo más común es usarlos en las localidades que producen 10 o menos toneladas/día, o sea hasta unos 10.000 a 20.000 hab. Sin embargo pueden usarse para mayores cantidades sin muchos problemas. Los rellenos manuales se ajustan perfectamente a la definición de relleno sanitario de la ASCE expuesta anteriormente y la única diferencia es que las operaciones unitarias de excavar para preparar el terreno y para aflojar material de cobertura siguen siendo hechas con maquinaria pesada cada tres o cuatro meses, mientras que las operaciones de movimiento de las basuras y el transporte y acomodo de las basuras se hace manualmente con herramientas como carretillas manuales, picos y palas

En los sitios donde el terreno es relativamente plano se usa el sistema de trinchera y en los terrenos más sinuosos se usa el sistema de área de manera muy similar a los rellenos mecanizados grandes. El sistema de trinchera consiste en lo fundamental en hacer, con maquinaria pesada, una o dos trincheras con una profundidad de dos a tres metros, con un ancho de dos a tres metros también (depende de la máquina que se use) y un largo suficiente para tomar toda la basura que llegue al relleno durante tres o cuatro meses. El material excavado se acumula a un solo lado de la trinchera. Los camiones llegan y descargan la basura hacia el fondo de la trinchera por el lado no ocupado por la tierra excavada. Para tener una idea de la proporción de la operación, si la localidad produce unas 6 ton al día de basura, esto representaría posiblemente una sola camionada de un camión compactador o unas dos camionadas de un camión abierto tipo volquete, o sea que son cantidades de basura que pueden manejarse con uno o dos operarios en el relleno. El o los operarios acomodan la basura en el fondo de la zanja en el menor espacio posible, la compactan manualmente y posteriormente la cubren desde arriba con la tierra excavada que está a un lado de la trinchera, para posteriormente compactar la cubierta y dejar preparado el sitio para el día siguiente. En terrenos ondulados o sinuosos se utiliza la denominada operación por el sistema de área, en los que el tractor prepara una superficie generalmente entre dos colinas a la que los camiones generalmente bajan por un camino, descargan las basuras en un área predeterminada diariamente, y los operarios acomodan y compactan las basuras y las cubren con material excavado previamente, por lo general de las laderas del sitio (Para mayores detalles ver Anexo II y la publicación de OPS, sobre Construcción, diseño y operación de rellenos sanitarios manuales)



1.4 Rellenos controlados.

Este término se empezó a usar durante los últimos años para denominar a los rellenos "no sanitarios" que cumplen con casi todas las características de estos pero tiene alguna falla, por ejemplo, no tienen una impermeabilización adecuada en la base y generalmente no recolectan y tratan los lixiviados. El caso mas común es cuando se mejora de manera sustancial un relleno o vertedero no controlado, pero la nueva operación no alcanza a cubrir todos los requisitos de un relleno sanitario. Muchos especialistas estan de acuerdo en que lo importante es mejorar paulatinamente lo existente y llegar a mediano o corto plazo a un relleno sanitario verdadero, ya que generalmente los municipios no cuentan con los fondos necesarios para hacer fuertes inversiones.

Manejo y operación de un vertedero



Capítulo



**Selección de emplazamientos para rellenos
sanitarios.**



2. Selección de emplazamientos para rellenos sanitarios.

La elección del lugar de emplazamiento es un elemento determinante en todo proyecto de vertedero controlado, puesto que va a condicionar su funcionamiento y explotación, tanto desde el punto de vista técnico como desde el ambiental e higiénico.

En la selección del emplazamiento hay que tener en cuenta los factores económicos, técnicos y constructivos, los factores ambientales y los factores políticos, legales y sociales.

Factores económicos, técnicos y constructivos.

- Distancia de transporte a los núcleos de recogida de los residuos sólidos.
- Volumen útil o capacidad del vertido.
- Sistema de accesos del posible emplazamiento.
- Disponibilidad de material de cobertura y sellado.
- Existencia de infraestructuras, agua, electricidad, teléfono.
- Morfología.
- Características geotécnicas del sustrato.
- Costo del terreno.
- Presencia o ausencia de recursos minerales y rocas industriales.

Factores ambientales.

Los factores ambientales están relacionados con las posibles alteraciones e impactos que el vertedero puede generar sobre diferentes aspectos del medio:

- Distancia a núcleos habitados.
- Aguas subterráneas.
- Aguas superficiales.
- Clima: pluviosidad, temperaturas, vientos, evaporación, evapotranspiración.
- Suelos, tipos, usos.
- Vegetación.
- Fauna.
- Riesgos geológicos: inundaciones, movimiento de laderas, erosiones, sismicidad.
- Calidad del paisaje.
- Incidencia visual.
- Espacios naturales o de interés cultural y/o científico.

Es recomendable que estos estudios se lleven a cabo por grupos interdisciplinarios.

Manejo y operación de un vertedero



Factores políticos legales y sociales.

- Molestias a los vecinos por tráfico, polvos, ruidos, etc.
- Oposición de la comunidad cercana al relleno por peligros reales o percibidos o síndrome NIMBY.
- Oposición de vecinos y propietarios cercanos por temor a una devaluación de sus bienes.
- Existencia de un plano regulador de la ciudad que limite el uso del suelo
- Existencia de grupos y partidos políticos y conservacionistas que se oponen con razón o sin ella.

De los tres grupos de factores, la mayor parte de las veces, el más importante a tomar en cuenta es el último grupo, sin importar cuan aptos sean otros sitios desde el punto de vista técnico. *Es por esta razón que la primera opción que debe estudiarse es la de ubicar el nuevo relleno en el lugar, o donde se tenga el vertedero actual o en sus alrededores. De este modo la oposición pública será mínima pues en vez de "degradar" un nuevo sitio, lo estaremos mejorando.*

Una vez hecha la aclaración anterior se pasan a describir las técnicas de selección de sitios para el emplazamiento de rellenos, en la inteligencia de que el lugar del vertedero actual será uno de los candidatos en la selección.

2.1. Fases para la selección de emplazamiento.

La identificación y selección final del sitio tiene que hacerse en principio siguiendo cuatro pasos principales.

Fase 1: Proceso de clasificación del sitio (excluyendo áreas negativa).

Fase 2: Identificación de áreas para rellenos.

Fase 3: Estudio del sitio.

Fase 4: Decisión final.

Este proceso de estudio está destinado por una parte a la captación de información y por otra parte a reducir paso a paso el número de áreas y sitios potenciales.

Fase 1. Proceso de clasificación de sitios.

La selección de un sitio adecuado para la ubicación de un vertedero depende de



varios criterios. Algunos de estos excluyen absolutamente la posibilidad de construir un vertedero en un área determinada. Otros consideran factores negativos cuando se evalúa la factibilidad, especialmente los estudios relacionados con la hidrología, geología, geotecnia. Como factores básicos de la investigación en el proceso de selección, se deben seguir los siguientes criterios:

Los criterios excluyentes

- Áreas de protección y captación de aguas potable existente o prevista.
- Áreas de grandes inundaciones.
- Suelos cársticos y áreas con condiciones de suelos de alta permeabilidad que permite una rápida penetración del agua o una posible lixiviación hacia el siguiente acuífero.
- Áreas con suelo inestable, como pantanos, brezales y/o marjales.
- Áreas con morfología extrema (pendientes pronunciadas, peligro de deslaves/avalanchas, etc.).
- Áreas amenazadas por depresiones, hundimientos, excavaciones profundas.
- Áreas a menos de 200 metros de zonas pobladas, y de preferencia a 500 m o más.
- Áreas a menos de 1500 m de los pequeños aeropuertos con aviones a pistón y mas de 3000 m de aeropuertos con aviones de turbina.
- Parques nacionales, áreas de protección de la naturaleza y monumentos naturales; áreas con flora y fauna importantes.
- Sitios o patrimonios, histórico, religioso o cultural.
- Áreas en las llanuras de inundación de los ríos para avenidas con periodo de retorno de una vez cada 100 años.

Existen otros criterios que pueden conducir a la exclusión de un área, especialmente en relación con impactos inaceptables sobre el agua subterránea o superficial y especialmente con zonas de captación de aguas. Por lo tanto se necesita, un conocimiento global del régimen de aguas subterráneas, incluyendo la siguiente información detallada:

- Régimen de aguas subterráneas, dirección de la corriente, gradiente y velocidad del flujo, incluyendo fluctuaciones de largo plazo y estacionales.
- Permeabilidad (horizontal y vertical) o transmisibilidad de los estratos aflorados, con sus valores máximos y mínimos.
- Distribución, espesor y profundidad de los acuíferos, incluyendo la ubicación de cualquier manantial.
- Niveles de aguas subterráneas, indicando gradientes hidráulicos y velocidad efectiva del flujo en los componentes de los estratos individuales, si procede.
- Composición química del agua subterránea, incluyendo determinación de sustancias agresivas y calidad de la misma.
- Posible contaminación anterior del subsuelo y del agua subterránea.

Manejo y operación de un vertedero



- Influencia de la reducción de la capa freática a corto y largo plazo, restablecimiento y extracción o aumento de agua subterránea en el futuro.
- Precipitaciones efectivas, escurrimiento superficiales, velocidad de filtración, evaporación y recarga de agua subterránea.

La mayor parte de esta información puede obtenerse mediante un estudio de gabinete que incluye una recopilación de toda la información disponible en archivos, mapas geológicos y topográficos, datos meteorológicos, fotografías aéreas.

También debe revisarse la configuración y uso anterior del suelo, los datos relacionados con el abastecimiento y distribución de agua y el análisis de los datos obtenidos de pozos de sondeo.

Además de los mapas geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos y los mapas de depósitos de minerales, también pueden producir información valiosa sobre el subsuelo publicaciones locales y regionales.

Fase 2. Identificación de áreas.

En esta fase se efectúa una verificación de las áreas posibles desprendidas de la fase 1.

Se debe realizar una lista de verificación. Esta lista puede ser utilizada en el campo y debe ayudar al investigador a obtener una visión rápida de la situación general del sitio. Normalmente el investigador después de una visita al área debe ser capaz de hacer una primera evaluación del lugar indicando si existen condiciones favorables para la construcción del vertedero o no y si hay algún impacto ambiental importante y los parámetros respectivos.

Al final de la visita de campo, el investigador debe estar en condiciones de realizar una preevaluación, considerando la necesidad de estudios adicionales, si el sitio parece inadecuado para la ubicación del vertedero.

La lista de verificación para clasificar el sitio centra su atención en seis grupos de datos y parámetros principales:

- Datos generales, es decir, volumen, circuitos de tráfico, distancias desde la fuente de desechos principal, situación morfológica general.
- Hidrogeología y manejo de aguas.
- Aspectos geotécnicos y de construcción.
- Aspectos meteorológicos.
- Protección de la naturaleza y uso del suelo.

Algunos sitios donde la ubicación de un vertedero es complicada son:



- Existencia de manantiales o pozos de agua potable a corta distancia.
- Acceso extremadamente malo, o bien que atraviesan zonas de densidad de población elevadas.
- Grandes diferencias de altitud entre el área de recolección de desechos y el sitio seleccionado.
- Una actividad agrícola muy intensa, especialmente granjas de pequeña escala.
- Peligro de movimiento y deslizamiento de tierras con taludes muy inclinados.

En la mayoría de los casos, una combinación variada de factores negativos puede llevar a la exclusión de algunos sitios que ya no serán investigados.

Se debe realizar una hoja de evaluación que debe ir acompañada del informe técnico ("comentarios") es decir, un análisis explicativo de la decisión de evaluar el sitio.

Fase 3. Estudio de sitios.

Después de realizar una evaluación comparativa de los sitios seleccionados, un cierto número de éstos (preferentemente entre 2 y 5) deben ser considerados favorables para realizar los estudios más profundos.

En aquellos sitios que pueden ser adecuados para un vertedero, se deben hacer estudios especiales referidos a:

Programas de Exploración del subsuelo utilizando métodos directos o indirectos.

Los métodos indirectos son técnicas geofísicas como la de prospección geoelectrica, el uso de radares capaces de penetrar en el suelo y determinar la refracción sísmica. La selección de las técnicas geofísicas depende del entorno geológico. Estos métodos dan una gran cantidad de datos los cuales deben ser interpretados por especialistas y en último caso ir acompañado de métodos directos como pozos de sondeos o pruebas "in situ". También encontramos otros métodos directos como:

- Perforación de pozos de muestreo.
- Pruebas "in situ".
- Hoyos.
- Excavación de fosas.
- Excavaciones de trincheras.
- Ensayos de corte y de carga.

Estos métodos directos proporcionan descripciones de los estratos del suelo, formaciones rocosas, profundidad a la que se encuentran, resultados de ensayos de penetración estándar y ensayos de rotura e incluso permiten la recogida de muestras para realizar pruebas de laboratorios.

Manejo y operación de un vertedero



En relación con los aspectos geotécnicos e hidrogeológicos, el subsuelo de un vertedero tiene que cumplir las siguientes condiciones:

- El subsuelo o capa portante debe ser de origen natural (barrera geológica) o puede ser construida artificialmente por capas (barrera técnica) con una baja permeabilidad ($K=10^{-7}$ cm/seg.) y de ser posible debe tener una alta capacidad de absorción (contenido arcilloso).
- El nivel del agua subterránea debe estar al menos a un metro por debajo de la superficie portante del relleno.

Es especialmente importante que los pozos de investigación, los hoyos de prueba, las trincheras y los demás procedimientos se realicen lo más cerca posible del sitio elegido para el estudio. Los resultados de la investigación del sitio deben ser sometidos a un análisis y evaluación global, tomando en cuenta la etapa particular de diseño y los requisitos específicos del plan de seguridad general. Esta información debe estar contenida en un informe geotécnico que debe cubrir los siguientes aspectos:

- Descripción y representación de la estructura geológica.
- Presencia e idoneidad de estratos naturales de baja permeabilidad (espesor, continuidad horizontal, profundidad, permeabilidad, capacidad de absorción) es decir, evaluación global del subsuelo como barrera natural para el sitio.
- Régimen de aguas subterráneas y permeabilidades dentro del área que será rellenada.
- Estabilidad de los taludes naturales y artificiales.
- Capacidad de carga y deformabilidad del subsuelo.
- Fallas, asentamientos posibles del suelo, riesgo de colapso, terremotos y otras situaciones peligrosas.
- Medidas geotécnicas necesarias para mejorar la calidad del subsuelo como barrera de seguridad natural.

Impacto de tipo social, económico y geográfico. Además de la inspección detallada de la situación geológica, otros aspectos no geológicos también deben ser integrados en la evaluación, tales como:

- Situación local de las áreas pobladas (problemas de olores, ruido, desechos acarreados por el viento).
- Caminos de acceso u otros circuitos de tráfico, como el ferrocarril.
- Posibilidad para el tratamiento del lixiviado, así como el posible uso del gas y su tratamiento.
- Impactos sobre la situación ecológica local, incluyendo el paisaje en general.



- Impactos sobre extensiones de agua existentes.
- Influencia sobre zonas de recreo.
- Evaluación de costos y relación de costo-beneficio.

Para la evaluación final de un sitio para un relleno se necesitará una evaluación de impacto ambiental., que se desarrollará en el Módulo IV Impacto Ambiental.

Fase 4. Decisión final.

La última fase del proceso de clasificación comparativa de sitios es crucial antes de pasar a la etapa de diseño. Las autoridades interesadas son las que una vez recogida toda la información descripta anteriormente deberán decidir cuál es la ubicación que recibirá la mayor prioridad.

Con el fin de evitar obstáculos insuperables con personas o grupos directamente involucrados en el proceso de decisión la información al público debe de comenzar en la Fase 2, con el objetivo de mantener la mayor transparencia posible.

La elección de un sitio depende en última instancia, en gran medida de preferencias individuales o intereses personales. Cualquier persona encargada de tomar la decisión deberá aceptar que la recomendación final es un compromiso entre factores y limitaciones socioeconómicas y ecológicas.

Evidentemente, lo más ventajoso sería llenar todas las expectativas financieras y ambientales, o por lo menos debería tratarse de encontrar un equilibrio, con el objetivo de alcanzar un nivel que no implique ningún riesgo ambiental ni financiero, siendo descartadas opciones que presenten un claro impacto negativo en el medio ambiente o de corte socioeconómico para la región.

La clasificación de sitios con modelos matemáticos, frecuentemente utilizada, para la ubicación de un vertedero controlado, no satisface el proceso de decisión completo requerido, no son más que instrumentos para apoyar el procedimiento de presentación y discusión.

La decisión final es un proceso político donde debieran incluirse aspectos ambientales, económicos, sociales dando participación a todos los actores locales importantes.

A continuación presentamos un ejemplo de ficha que puede facilitar la clasificación de un sitio.

Manejo y operación de un vertedero



LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA CLASIFICACIÓN DE UN SITIO

a. Datos del lugar en estudio:

Pueblo/ciudad:

Coordenadas (X, Y) del lugar elegido:

Altitud:

Mapa de localización

b. Características:

1.- Datos generales				
Distancia desde la principal fuente de desechos(<5Km/ 5-15Km/>5Km)				
Posible volumen/capacidad				
Circuitos de trafico/caminos de acceso existentes				
Situación morfológica (p.e . planicie, ladera, valle)				
Terrenos disponibles				
Otros				
2.- Hidrogeología, Hidrología, Protección del agua				
Areas de proteccion de agua potable cercana				
Areas de captación de aguas				
Distancias hasta proxima capa freática				
Distancias hasta proxima fuente de agua superficial				
Peligro de inundaciones severas				
Pozos existentes en cercanias				
Otros				



3.- Aspectos geotécnicos y de construcción.				
Posibilidad de drenaje de agua superficial				
Drenaje del lixiviado/Tratamiento del lixiviado				
Barrera geológica				
Lineamientos geológicos (fallas.)				
Existencia de material de cobertura (20 a 25% del volumen de desecho)				
Actividades mineras/excavaciones				
Aspectos mecánicos del suelo(asentamientos, estabilidad..)				
Otros				
4.- Meteorología				
Precipitaciones				
Condiciones atmosféricas (Dirección de vientos, corriente, ect.)				
Otros				
5.- Fuentes de emisión/contaminación existentes				
Botaderos existentes (clausurado/en operación)				
Áreas industriales				
Fuentes de contaminación de aire y ruido				
6.- Emisiones por planta de tratamiento planificada				
Caminos de acceso que atraviesa asentamientos				
Calidad del camino que atraviesa el asentamiento				
Efectos de las emisiones del ruido				
Efecto de emisiones de olores				
Otros				
7.- Protección de la naturaleza y uso del suelo				
Degradación general del paisaje /exposición				
Parques nacionales/áreas de protección de la naturaleza				
Biotopos importantes				
Usos del suelo				
Zonas forestales importantes				
Zonas turísticas				
Lugares culturales				
Otros				

+	0	-
---	---	---

- + condiciones favorables/ningun impacto
- 0 indiferente/ningún impacto negativo significativo
- condiciones no favorables/impacto negativo.

c. Criterios adicionales importantes.

d. Comentarios.

e. Primera evaluación del lugar estudiado.

f. Investigaciones adicionales propuestas.

Manejo y operación de un vertedero



Capítulo



Diseño y operación de rellenos sanitarios



3. Principales factores a considerar en el diseño de un vertedero controlado.

Al igual que ocurre con el emplazamiento, son numerosos los factores que inciden en la construcción de un vertedero. Aquí los hemos agrupado en tres grupos: los referidos al procesamiento de los residuos, los relativos al acondicionamiento del relleno y los métodos para depositar los residuos.

3.1 Fases del diseño de rellenos sanitarios.

A continuación se listan las fases del diseño del relleno sanitario una vez que se ha seleccionado el emplazamiento más adecuado.

3.1.1 Primera fase. Macrodiseño y vida útil

Para iniciar el diseño del relleno sanitario, es necesario conocer la cantidad de basura que se debe enterrar en los próximos 10 a 15 años. Esto se puede calcular con base en la matriz de planificación de los servicios según se ve en el Documento de Apoyo en la parte de estudios previos. A dicha matriz se le añaden dos columnas, una para el volumen anual y otra para el volumen acumulado a lo largo de los años. El volumen anual se calcula como sigue:

$$V = 365 \times TD / PV$$

en donde:

V volumen anual en m³

365 el número de días en un año

TD tonelaje diario recolectado

PV peso volumétrico o densidad de la basura compactada en el relleno

La columna de volúmenes acumulados de basura que se han dispuesto en el relleno hasta un año dado, se calculan sumando lo producido cada año al acumulado del año anterior. Finalmente la última columna representa el volumen real ocupado del re-

Manejo y operación de un vertedero



lleno cuando se agrega la tierra de cobertura, que varía en los rellenos entre un 20 a un 25 %.

Para ejemplificar lo anterior, se ha tomado la matriz de planificación de la localidad hipotética de San Pedro a la cual se le han agregado las tres columnas de volúmenes según se explicó anteriormente.

Ejemplo de Matriz de Planificación Adaptada para el Diseño del Relleno Sanitario

PREDICCIÓN DE BASURAS Y ESPACIO PARA RELLENO SANITARIO

SAN PEDRO

AÑO	HABIT	K/H/D	COBERT	T/D	M3/AÑO	M3 ACUM	M3+ 20%
2000	92000	0.90	0.80	66	26864	26864	32237
2001	94300	0.91	0.85	73	29549	56413	67696
2002	96658	0.92	0.90	80	32390	88803	106564
2003	99074	0.93	0.95	87	35395	124198	149038
2004	101551	0.94	1.00	95	38571	162769	195323
2005	104090	0.95	1.00	98	39931	202700	243240
2006	106692	0.96	1.00	102	41338	244038	292846
2007	109359	0.96	1.00	106	42795	286834	344200
2008	112093	0.97	1.00	109	44304	331138	397365
2009	114895	0.98	1.00	113	45866	377003	452404
2010	117768	0.99	1.00	117	47482	424486	509383
2011	120712	1.00	1.00	121	49156	473642	568370
2012	123730	1.01	1.00	125	50889	524531	629437
2013	126823	1.02	1.00	130	52683	577214	692656
2014	129994	1.03	1.00	134	54540	631754	758104
					631754		

Notas:

- 1.- Se supone una población de 90000 habitantes en 2000, con una tasa de crecimiento de 2.5%.
- 2.- Se supone una generación per capita promedio de 0,9 k/d, creciente en 1% anual.
- 3.- Se supone una cobertura promedio de 80%, creciente en un 5% anual hasta alcanzar un 100%.
- 4.- Se supone que la densidad de la basura en el relleno alcance 0,9 t/m3.
- 5.- Se considera que la tierra ocupara un 20% del espacio.



La matriz anterior puede ser modificada con columnas adicionales en los casos que se haya decidido que previamente al relleno se harán algún tipo de reciclaje o de tratamiento como incineración o compostaje, los cuales disminuirían parcialmente las cantidades que llegan al relleno sanitario.

Para poder estimar la vida útil del sitio seleccionado se deberá hacer un macrodiseño o diseño preliminar del relleno sanitario, el cual consiste de los siguientes pasos:

- Sobre un plano topográfico del sitio con líneas de nivel, se hace una distribución aproximada de las instalaciones como el cercado, el área de amortiguación, los caminos de acceso, los talleres, casetas, sitios de tratamiento de lixiviados, etc. Finalmente se delimita el área que puede ser rellenada con basura.
- Sobre el área que va a ser rellenada se traza la superficie rasante del proyecto, es decir como quedará el terreno excavado sobre el cual se va a desplantar el relleno.
- Se procede a trazar la superficie final con que quedará el relleno una vez terminado al cabo de los años.
- El volumen comprendido entre estas dos superficies debe calcularse por alguno de los métodos topográficos que existen para calcular volúmenes. Este volumen será el que a lo largo de los años irá ocupando la basura con su respectiva tierra, tanto la de cobertura diaria como la de la cobertura final.
- Con el volumen así calculado se entra en la matriz de planificación comparándolo con los volúmenes de la última columna hasta encontrar uno igual o ligeramente mayor, y ahí se verá a que año calendario corresponde y encontrar así su vida útil.

3.1.2 Segunda Fase. Planificación del programa o calendario de rellenamamiento.

Una vez determinada la vida útil se debe proceder a detallar mas el proyecto de la obra del relleno. Para esto es importante determinar la altura de las celdas que se construirán. La altura de las celdas está determinada por por el tipo de relleno que estemos

Manejo y operación de un vertedero



construyendo. Por ejemplo en los rellenos manuales se aconseja que la altura de la celda sea de 50 o 60 cm de alto, mientras que en los rellenos sanitarios convencionales se recomiendan alturas de 2 a 5 metros, dependiendo de la cantidad diaria de basuras, del tamaño de la maquinaria y de la tierra disponible para la cobertura. Así, una vez definida la altura de la celda, quede definida la altura de las capas que tendrá el relleno (ver fig 7, mas adelante) y el número de capas que habrá entre la rasante inferior del relleno y la superficie final que se definió para determinar su vida útil. En la figura 7 se han definido 3 capas, pero los rellenos pueden tener muchas mas si es necesario. Muchos rellenos grandes alcanzan hasta 40 o 100 m de altura total. Al definir las capas del relleno quedan definidas superficies que van definiendo nuevos volúmenes que como ya dijo pueden ser calculados por métodos topográficos. Estos volúmenes definen en la matriz de planeación del relleno, el año en que se va a ir alcanzando cada nivel, con lo que se puede calendarizar la obra o sea tener un programa de avances para toda la vida útil. Este programa permitirá a su vez programar todas las obras conexas al relleno como las carreteras y caminos secundarios para que los camiones lleguen al frente de trabajo, las obras de tratamiento de lixiviados, los canales de desvío de las aguas de lluvia y otros.

3.1.3 Tercera Fase. Diseño de la celda diaria.

Cada capa del relleno que se ha definido estará constituida por las celdas diarias. Podrá haber muchas celdas en cada capa o nivel del relleno y cada capa podrá durar meses o años incluso. En cada celda debe caber la basura que llega al relleno en un día, o sea que sus dimensiones dependeran de:

- Cantidad de basura diaria
- Altura de la celda o sea de la capa
- Ancho del frente de trabajo, el cual se define en función del número de camiones que deben descargar al mismo tiempo en el frente de trabajo para que no se formen colas y del tiempo de descarga (los camiones que no tiene descarga automática pueden tardar hasta 30 min, mientras que los otros tardan solo 3 a 5 minutos)

El tamaño de la celda irá haciéndose mayor año con año, puesto que irá creciendo la cantidad de basura recogida. Así por ejemplo en el caso hipotético de San Pedro, el primer año la celda podría definirse como sigue:



Cantidad diaria de basura y tierra de cobertura:

$$V = (TD / PV) \times 1.2 = (66/0.9) \times 1.2 = 88 \text{ m}^3$$

Por ser un relleno pequeño, la máquina o tractor usado será pequeño y no conviene tener mas de dos metros (H) de altura de celda (la máquina en realidad deberá mover y compactar solo 88 m³ de materiales y esto lo puede hacer facilmente un tractor tipo D4 que es uno de los bulldozer mas pequeños). Se supone que el servicio tiene unos siete vehículos compactadores (cada uno recogiendo unas 10 ton en dos viajes), que no llegan al relleno al mismo tiempo, por lo que al frente de trabajo se le supone un ancho para dos vehículos descargando al mismo tiempo, uno del servicio municipal y uno privado, o sea lo fijamos en unos ocho metros de ancho (B). Así el fondo de la celda deberá tener:

$$F = V / (H \times B) = 88 / (2 \times 8) = 5.5 \text{ m de fondo de celda.}$$

Por supuesto la celda teórica calculada anteriormente parece ser un paralelepípedo rectángulo. En la realidad no es rectángulo sino que está inclinado con taludes laterales por todos sus lados, pera la superficie expuesta en la capa si es de 5.5 x 8 metros o sea 44 m².

En el ejemplo, si suponemos que el relleno en en primer nivel o capa tuviera unas tres hectáreas o sea 30,000 m² de area, la duración de esa capa seria de 30,000 / 44 = 681 días o sea unos 23 meses o casi dos años.

3.1.4 Cuarta Fase. Microdiseño del relleno.

Una vez definido el diseño del relleno a nivel macro, se debe proceder al microdiseño del mismo, el cual debe comprender:

- Estudios detallados de topografía, geotécnicos y geohidrológicos y otros.
- Diseño detallado de obras complementarias como cercas, casetas, talleres, caminos y otros.
- Obras hidráulicas de desvío y canalización de aguas superficiales y de lluvias.
- Obras hidráulicas de captación, conducción, almacenamiento y tratamiento de lixiviados.

Manejo y operación de un vertedero



- Obras de captación conducción y quema o tratamiento de biogás.
- Programas, obras, pozos de monitoreo de aguas y gases.
- Determinación de los sitios o bancos de préstamo de excavación de materiales de cobertura.
- Diseño de la superficie de desplante del relleno y de su impermeabilización ya sea con arcilla o con membranas sintéticas.
- Diseño de la superficie final, incluyendo su impermeabilización y adaptación para siembra de cubierta vegetal.
- Diseño de los programas de clausura o sellado y los de posclausura.
- Estudio de impacto ambiental
- Estudio de costos, tanto de inversión como de operación y del análisis financiero de ingresos y egresos o sea el flujo de caja.
- Establecimiento de políticas de gestión como ser las decisiones de si la operación y construcción serán municipales o privadas.
- Establecimiento de las bases de licitación si procede, o del programa de gerenciamiento propio.



3.2 Transición entre el viejo y nuevo relleno sanitario.

Existen dos casos típicos para la transición, el primero es cuando se ha seleccionado un sitio diferente para el nuevo relleno sanitario, y el segundo es cuando se ha decidido usar el antiguo sitio para transformarlo en un nuevo relleno sanitario, según se vio en el Capítulo 2 de este Módulo.



3.2.1 Cierre del viejo relleno.

En el caso de que el nuevo relleno esté en otro sitio, el relleno o vertedero viejo tendrá que clausurarse o sellarse, pero el proyecto de cierre deberá tomar en consideración que ese sitio deberá seguir recibiendo la basura hasta el momento en que el nuevo sitio cuente con toda la infraestructura para hacerlo. Esto es válido tanto para los rellenos sanitarios pequeños o manuales que para los convencionales. Si el viejo relleno es sanitario las obras de cierre serán sencillas y deberían estar previstas en el proyecto inicial. Si en el viejo sitio la operación era no controlada, entonces se debe formular un proyecto de cierre que contemple la cobertura de la vieja basura tomando en cuenta dos factores:

- Minimizar los movimientos de tierra y de basura para bajar los costos.
- Tomar las medidas pertinentes para proteger el ambiente tanto durante el cierre como después de él.

Si los costos, la topografía y las condiciones geohidrológicas lo permiten, la basura puede enterrarse en trincheras que se construyen lo más cercanas posible para evitar acarreos innecesarios. La basura se coloca en la trinchera en capas compactadas con la maquinaria, para luego cubrirla con 40 o 60 cm de tierra. En caso contrario se deberá concentrarla en la menor área posible por encima del nivel del suelo, compactándola por capas para luego cubrirla con 40 a 60 cm de tierra tanto en la superficie superior como en los taludes; con todos los cuidados que se mencionan mas adelante en capítulo correspondiente a Cierre de Vertederos. Durante toda la operación de cierre se deberá seguir recibiendo la basura diaria.

3.2.2 Conversión de un vertedero no controlado en relleno sanitario

Cuando se ha decidido utilizar el mismo sitio convirtiéndolo en un relleno sanitario, se deben seguir los mismos pasos descritos anteriormente, pero el proyecto deberá ser integrado, es decir el proyecto de clausura se integrará al del relleno ya sea este manual o mecanizado. Si el nuevo relleno es del tipo de trinchera, convendrá hacer el enterramiento de la basura vieja por el mismo método, y simplemente continuar abriendo trincheras para la basura nueva a continuación de las trincheras usadas para el cierre. Si el nuevo relleno se ha proyectado como relleno de área, entonces las nuevas celdas se pueden construir sobre las trincheras de cierre si éste fue el método usado, o recargarse sobre las obras de cierre, si éste fue hecho por el método de área. Si se está

Manejo y operación de un vertedero



trabajando en terreno montañoso y el viejo relleno estaba en el fondo de una cañada, obras de la vieja basura enterrada, pueden usarse como piso para construir el relleno sobre ellas, piso sobre piso. Por supuesto se deberá prever que durante toda la operación de cierre del viejo vertedero y apertura del nuevo, se deberá seguir recibiendo la basura diaria.

A continuación se procede a detallar algunos de los conceptos anteriores de diseño y operación de rellenos sanitarios.

3.3. Factores relativos al procesamiento de los residuos.

Contemplan principalmente lo referido a compactación de los residuos depositados en el vertedero, asentamiento sobre la capa inicial, contenido de humedad de los materiales y la pendiente de la capa compactada.

3.3.1. Compactación.

La compactación de los residuos consiste en comprimir o reducir su volumen con el fin de alargar la vida del vertedero además de fijar los residuos para evitar migraciones y comportamientos no directos evitando así que se produzcan asentamientos o hundimiento del terreno. Este es un factor importante pues permite una adecuada optimización de los residuos (ver Figura N° 1). La densidad de los residuos sólidos al ser descargados, por un vehículo normal de recolección, está comprendida entre 0,3 y 0,5 Tn./m³ dependiendo del equipo compactador que se utilice. La compactación a realizar depende de los siguientes factores:

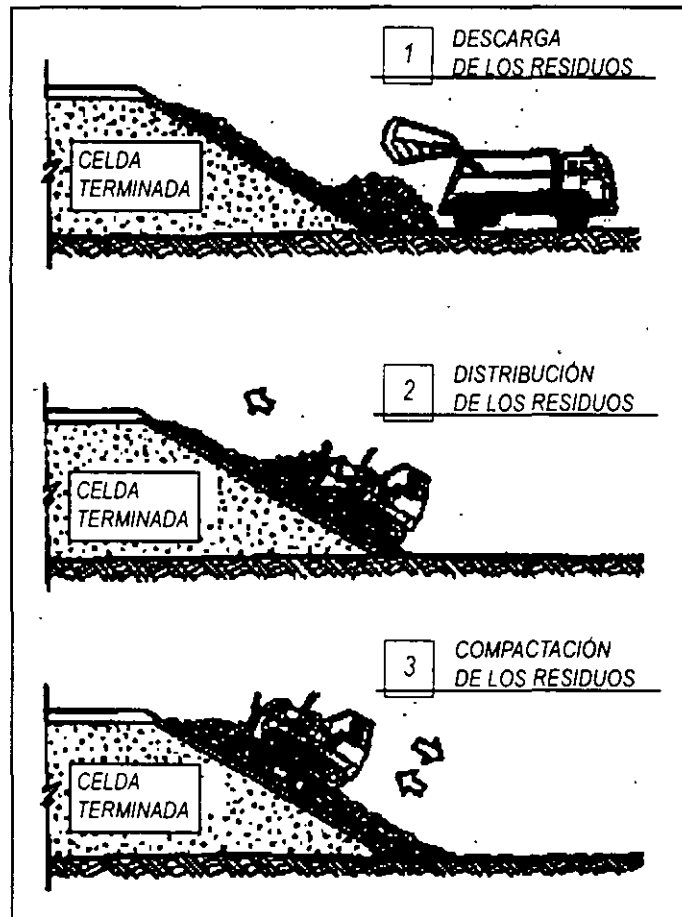
- Heterogeneidad de la composición de los residuos sólidos que se recepcionan.
- Presión media ejercida por la superficie del sistema del equipo empleado (rueda, oruga) en contacto con los residuos sólidos. El espesor de la capa de residuos no debe ser superior a 0,60 m., así la compactación de los residuos es más efectiva.
- La pendiente del área de trabajo de los equipos. Los mayores valores se obtiene con pendientes suaves (iguales o menores a 3:1). Para inclinaciones mayores la compactación es menor. El acomodamiento, empuje y compactación se deben efectuar en contra de la pendiente para aprovechar el peso y la potencia del equipo.



Lo ideal es trabajar en pendiente, esparciendo los residuos en capas de 0,60 m. En forma uniforme y compactar con 3 pasadas de compactadora o 5 de topadora de no menos de 10 Tn. de peso. La pendiente máxima tolerada es de 30° y la mínima de 15°.

Durante el relleno puede lograrse una densidad máxima de 0,9 Tn./m³, con la utilización de compactadoras y equipos pesados, especialmente diseñados para la construcción de rellenos sanitarios como son las "pata de cabra" con compactador-triturador in-situ. La densidad mínima que se puede pretender es 0,5 Tn./m³. (pudiendo aceptarse una compactación en vertederos manuales de 0,45 Tn./m³).

Figura N°1: Manera de compactar los residuos.



Manejo y operación de un vertedero



3.3.2. Asentamiento.

Una correcta compactación permite minimizar los asentamientos a producirse en el período de estabilización y consolidación final de vertedero. Los valores probables de los asentamientos pueden estimarse entre el 50% y el 30% de la altura neta de la capa de basura, dependiendo este valor de:

- El proceso biológico que se desarrolla en el período de estabilización que transforma la materia orgánica contenida, produciendo una disminución en la altura del manto de residuos sólidos, utilización para el relleno;
- El grado de compactación logrado en la operación;
- La calidad de los residuos;
- Las condiciones climáticas del área de emplazamiento;
- El equipo empleado.

El tiempo en que se produce el asentamiento es de 10 a 15 años, verificándose en los primeros 5 años el 90% del asentamiento total a producirse.



3.3.3. Contenido de humedad.

El contenido de humedad de los materiales a procesar es otro de los factores a ser considerado en forma especial.

Un alto contenido de humedad, producido generalmente por la infiltración del agua de lluvia, conduce a la saturación generando lixiviado o líquido percolado con alta carga contaminante. Se debe considerar la humedad con que se descompone el residuo (40-60%) y la capacidad de campo (capacidad de retención de líquido por parte de la masa del vertedero), para determinar la cantidad probable de lixiviado que genere el vertedero.

3.3.4. Pendientes.



La necesidad de compactar, minimizar la infiltración de aguas de lluvia y elevar el rendimiento de residuos dispuestos por unidad de áreas obliga siempre a producir elevaciones en el terreno natural.

La superficie final debe tener una pendiente comprendida entre el 2% y el 3% y es la misma a dar cuando se realice la capa compactada de cobertura final, para que una vez producido el asentamiento queda una superficie que no sea menor que al 1%.

3.4. Factores relativos al acondicionamiento del relleno sanitario.

Los principales factores están referidos a las características y acondicionamiento del lugar a utilizar, al manejo de los líquidos y gases que generan los residuos y a la cobertura que se debe realizar al terminar de disponer los desechos.

3.4.1. Característica de los suelos a utilizar.

Este tema está íntimamente relacionado con la preservación del medio ambiente. El fondo del relleno debe ser impermeable, siendo el coeficiente de permeabilidad máximo (k) aceptable, del orden de 10⁻⁷ cm./seg. Para el caso en que se practique el método de trinchera*, las paredes laterales admiten una permeabilidad de 10⁻⁶ cm/seg. Para conseguirlo se puede recurrir a sistemas de impermeabilización artificial como las láminas de PVC o bien la recompactación del suelo hasta conseguir permeabilidades aceptables.

Estos valores límites del coeficiente K son válidos en la medida que el área de emplazamiento no sea inundable o haya sido protegida previamente de forma adecuada y la napa de agua más cercana esté a más de 2 m. de profundidad de la superficie soporte del relleno o según lo determine la ordenanza local de cada país.

Para el método de trincheras* en caso de existir acuíferos permanentes o transitorios en algunos sectores del relleno, a niveles superiores a la cota en que se encuentra la base del relleno, se deberá deprimir la napa y construir barreras impermeables a efectos de impedir la entrada de agua a la masa del relleno.

Los valores de permeabilidad expresados pueden ser una característica natural del

* Las características del método de trinchera se desarrollan en el punto 3.5



terreno, para los casos de suelos arcillosos o limo arcilloso. En otros tipos de suelos, tales como arcilla-arenosa o limo arcillosolimoso puede recomprimirse el manto soporte en un espesor de 0,60 m trabajando en dos capas igual de 0,30 m hasta lograr una recompactación del 90% del Proctor normal o en forma práctica hasta que se observe el rebote de un rodillo compactador.

Para suelos areno-limosos, ya sea la arena fina o gruesa, se debe recurrir a la utilización de membranas o films de polietileno para asegurar la impermeabilización de las superficies soportes. En esta alternativa se tiene que tener la precaución de asegurar la continuidad de la película a colocar, asegurando la calidad de su traslado y soldadura y luego protegiéndola de elementos punzantes.

3.4.2. Impermeabilización del área de vertido.

En la preparación de los módulos para la recepción de los residuos se debe prestar especial atención a la impermeabilización del fondo para evitar la contaminación de las aguas subterráneas por la filtración del líquido que se genera en el proceso de estabilización de los residuos. Para lograr una buena impermeabilización del fondo del módulo existen varias técnicas posibles, dependiendo su aplicación de las características del suelo en el lugar del emplazamiento.

El caso más favorable se presenta cuando el suelo natural posee una permeabilidad de 10-7 cm./seg., en este caso una vez excavado el módulo solamente se le debe dar una pendiente del 2% de manera que los líquidos drenen hacia la zanja de percolado.

Si el suelo natural tiene una permeabilidad superior, debe realizarse una recompactación del suelo. En este caso la superficie portante debe removerse y exponer el material si fuese necesario para reducir el contenido de humedad. Resulta suficiente excavar hasta una profundidad aproximada a 0,6 metros colocando nuevamente este material en dos capas superpuestas de 0,3 metros cada una, compactando con rodillo pata de cabra, hasta lograr el 95% de la densidad máxima del Proctor Normal.

Las capas pueden compactarse por franjas en cuyo caso se debe realizar un solapado de aproximadamente 0,3 metros en el borde de unión de dos franjas consecutivas. De esta forma se logrará una capa uniforme en el fondo del módulo evitándose la posibilidad de fisuras que permitirían la filtración del líquido.

Si las propiedades físicas y mecánicas del suelo no permiten garantizar una adecuada recompactación con el procedimiento descrito se debe aplicar algún procedimiento de impermeabilización del fondo del módulo como un riego asfáltico, por ejemplo y en casos extremos, con condiciones más rigurosas se debe recurrir a la colocación de una película de polietileno de 250 micrones en toda la extensión del módulo incluyendo las paredes laterales de los terraplenes.

Este procedimiento requiere de técnicas especiales, fundamentalmente en la soldadura de dos franjas contiguas de este material.



3.4.3. Drenaje y captación del líquido percolado.

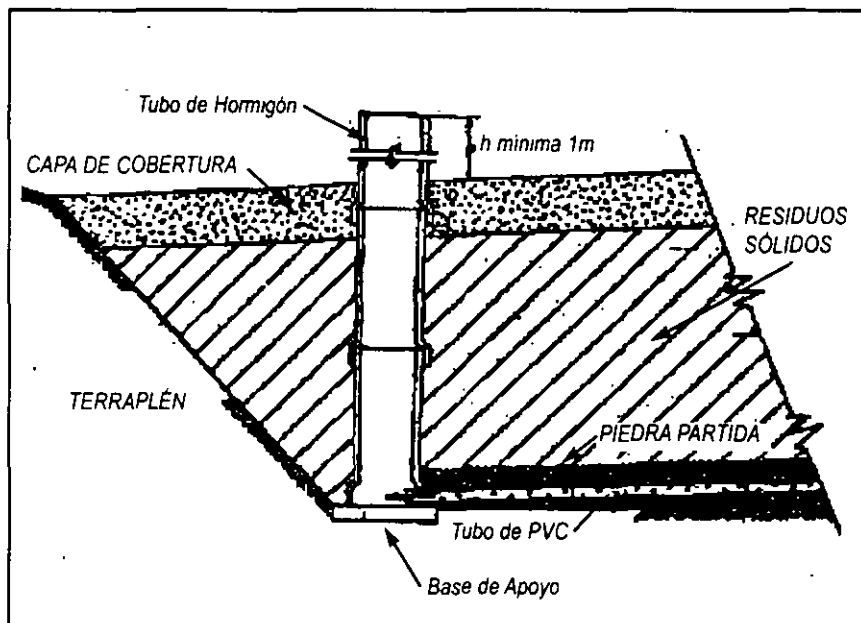
Lograda la impermeabilización del fondo de las celdas y módulo y con la pendiente adecuada del mismo, se deben construir los canales de captación del líquido percolado que permitan su drenaje hacia las bocas de toma de muestra y/o bombeo.

Para la construcción de los canales de percolado se debe tener en cuenta la impermeabilización del fondo y paredes laterales, pudiéndose establecer como regla básica mínima el mismo tratamiento adoptado para el fondo del módulo. La pendiente de este canal debe ser del 3% hacia el extremo donde se coloca la tubería para tomar la muestra y control de nivel.

Una vez hecha la excavación e impermeabilizado el fondo y las paredes, se coloca un tubo de PVC con un diámetro comprendido entre 0,100 y 0,150 metros, dependiendo este valor del caudal de líquido a conducir por el mismo. Este valor de caudal se determina por medio de balances hídricos, es decir balances del agua que entra con respecto a la que sale, teniendo en cuenta todos los flujos de agua o lixiviado que se producen en el vertedero.

En el extremo de menor cota de los canales de líquido percolado o en los dos extremos si tienen pendiente hacia ambas direcciones, se deben colocar las *tuberías de control de nivel, toma de muestra y bombeo del líquido percolado* (ver Figura N° 2).

Figura N° 2: Tubería de muestreo de líquidos percolados.



Estas tuberías permitirán el control periódico del líquido percolado, la toma de muestra del mismo para su análisis y medición del nivel alcanzado. También se utiliza

Manejo y operación de un vertedero



la extracción de este líquido mediante bombeo en el riego de las áreas rellenas para acelerar la velocidad de descomposición del residuo y aumentar el volumen de gas generado.

El nivel máximo que puede alcanzar es de 3 metros de altura hidrostática conforme los valores de permeabilidad adoptados. Superado dicho nivel debe procederse a bombear el líquido para prevenir filtraciones.

3.4.4. Ventilación de gas.

El proceso de estabilización biológica de los residuos produce, como ya se dijo, gases orgánicos en volúmenes apreciables, que deben ser evacuados del relleno mediante la construcción de chimeneas convenientemente distribuidas en el terreno. En caso que se considere la utilización del gas esta evacuación pasará por un tratamiento previo que supone el aprovechamiento del gas, procedimiento que en América Latina empieza a implantarse aunque lentamente.

Existen dos procedimientos para la eliminación de los gases en correspondencia con las funciones a cumplir. El primero consiste en permitir su libre evacuación de la masa de residuos de cada módulo, para esto se deben colocar las chimeneas, una por cada dos hectáreas y como mínimo una por módulo. El lugar para ubicar estas chimeneas es el de mayor cota final del módulo relleno y cubierto. La construcción de estos conductos puede realizarse de varias formas y con diversos materiales. Por ejemplo se puede utilizar tubería de hierro de 0,40 - 0,50 metros de diámetro y de 3 metros de largo (ver Figura N° 3) ubicado en el lugar de emplazamiento ya indicado.

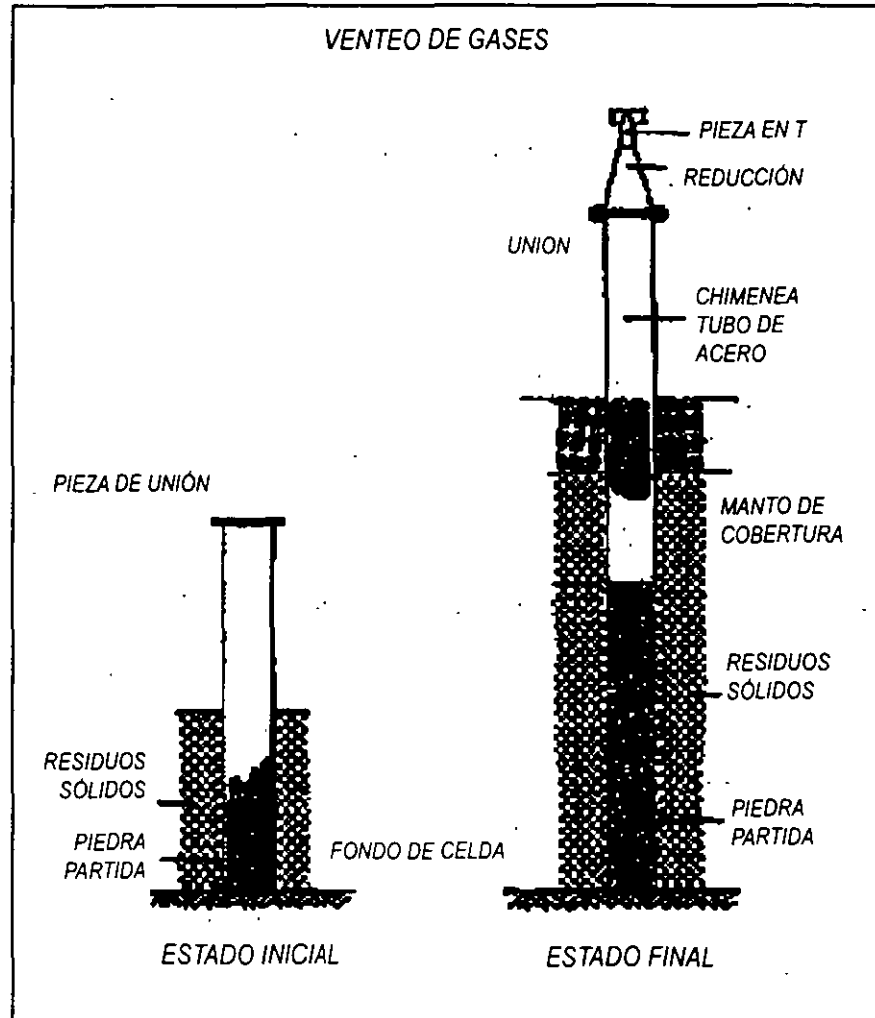
Esta tubería se llena con piedra partida o material similar y a medida que la altura de los residuos se aproxima al borde superior se levanta mediante la utilización de alguno de los equipos usados en el relleno sanitario, prosiguiéndose su llenado con piedra partida. Esta operación se realiza tantas veces como resulte necesario, de manera tal que al lograrse la altura final del relleno, el tubo de hierro quede enterrado 1,50 metros en la masa de residuos y manto de cobertura y 1,50 metros sobresaliendo.

De esta forma se obtendrá un conducto de piedra partida desde el fondo del módulo hasta su cota superior. Esta construcción se termina con una reducción de sección y una pieza T de (= 0,10 metros en el extremo superior.

En Figura N° 3 podemos observar la representación de una chimenea de ventilación de gases, tanto en su estado inicial como en su estado final.



Figura Nº 3: Chimenea de ventilación de gas.



Otra manera posible para la construcción de estos conductos consiste en utilizar una sección con madera, envuelta en malla de gallinero y relleno pétreo.

En este caso resulta necesario colocar en su interior grava o piedra partida o algún material similar, dado que la sección permanece en su ubicación inicial, es decir su estructura permanece fija. Al alcanzar la altura final el relleno, la chimenea debe sobrepasar 1,50 metros como mínimo sobre el terreno y también se colocará la reducción de sección.

Manejo y operación de un vertedero



El procedimiento se utiliza cuando se desea evitar que el gas se difunda lateralmente a través del terreno llegado a zonas cercanas donde existan construcciones o masas forestales, o cuando existan viviendas cercanas. Para ello se utilizan Chimeneas Perimétricas para la Extracción del Gas y para el control de Olores.

Normalmente estas chimeneas se utilizan en vertederos con profundidades de residuos sólidos de por lo menos 8 m. y cuando la distancia entre el vertedero y la urbanización más cercana es relativamente pequeña. Se trata de una serie de chimeneas verticales instaladas, o bien dentro del vertedero a lo largo de su borde, o bien en la zona localizada entre el borde del vertedero y el vallado del lugar. Cada chimenea se conecta a un tubo recolector común que después se conecta a un compresor eléctrico centrífugo que produce vacío (presión negativa) en el colector y en las chimeneas individuales. Cuando se aplica el vacío se crea una zona o radio de influencia que se extiende a la masa de residuos sólidos alrededor de cada chimenea y dentro de la cual el gas generado es aspirado hacia la chimenea. Normalmente se ventila o se quema el gas extraído del vertedero de una forma controlada, en la estación del compresor. También se puede utilizar el gas extraído como fuente de energía si la cantidad que se puede recoger y la calidad son suficientes.

Para interceptar el movimiento lateral de los gases del vertedero puede utilizarse un sistema de zanjas perimetrales interceptoras llenas de grava que deberán conectarse a la chimenea vertical.

El diseño de la chimenea de extracción consiste en una sección de 1m. por 1m. colocada desde la base del vertedero y rellena de grava.

3.4.5. Cerco perimetral.

La necesidad de controlar el acceso al relleno sanitario para evitar la entrada de personas ajenas a la obra, así como para garantizar los trabajos previstos, impone la construcción de un cerco perimetral a toda la superficie donde se ejecutará la obra.

El nivel sobre el que se colocará el cerco se debe compatibilizar con las cotas a dar al relleno en la zona aledaña y las existentes en el terreno natural. Cualquier técnica que se aplique, ya sea la de área o la de trincheras, requiere generalmente la construcción de terraplenes, posibilidad que debe contemplarse al definir la cota de arranque del cerco Perimetral.

3.4.6. Sistemas de drenajes de aguas.

El diseño del relleno logrado hasta aquí debe ser complementado con lo que denominaremos el sistema dinámico de drenajes. Tienen por objetivo la conducción de las aguas de lluvia que caen o penetran al predio del relleno hacia el cuerpo receptor más cercano, tratando que la absorción en las áreas rellenas sea mínima o nula.



Este sistema consta de dos partes, la primera es una red convencional de drenaje del terreno natural con la infraestructura básica para la normal operación del relleno, la segunda, se va construyendo con el avance diario del relleno, donde las superficies se tratan como pavimentos y por lo tanto el coeficiente de absorción es nulo. En este caso deben revestirse las canalizaciones contiguas a los residuos dispuestos con pendientes mínimas del 2 por mil.

Evacuar las aguas de lluvia es otra de las tareas a prever por el proyectista, para ello se construye la red de drenaje superficial. Es normal que el predio a ser relleno reciba aportes de la subcuenca que integra, por lo que en forma prioritaria deben encausarse dichas servidumbres mediante canalizaciones y obras accesorias adecuadas, que aseguren la modificación independientemente de siniestros meteorológicos que puedan producirse.

Las pendientes a emplear deben asegurar un rápido escurrimiento evitando zonas de acumulación y probable filtración. Estas condiciones generan en muchos casos la necesidad de construir disipadores de energía cuya función es reducir la energía por medio de resaltos o disminuciones de cotas controladas a efectos de neutralizar posibles erosiones.

Para casos provisorios pueden utilizarse tambores de 200 litros adecuadamente acondicionados, en caso contrario se deberán construir en mampostería y hormigón.

3.4.7. Cobertura.

A medida que el vertedero se va llenando es imprescindible tapanlo con tierra.

Mediante la ejecución de la cobertura se evitará la existencia de olores provenientes de la descomposición anaeróbica de los residuos, el contacto del agua de lluvia con la basura y su posible filtración a napas no contaminadas, la proliferación de vectores sanitarios como moscas y roedores, el negativo efecto visual que produce la basura descubierta y la dispersión por efecto del viento de los elementos livianos. El espesor mínimo de la cobertura debe ser de una dimensión no menor de 0,20 m. Y debe realizarse diariamente.

Cuando el vertedero se ha completado se realiza la cobertura superior o cobertura final, que se efectúa en dos etapas. La primera con una capa de un espesor de 0,30 m. Compactada hasta obtener una densidad adecuada para evitar la filtración del agua de lluvia. El espesor de la segunda capa o final dependerá de la parqueización y forestación proyectada o bien del proyecto de ingeniería o reinserción que se quiera llevar a cabo en cuanto a la planificación de la municipalidad.

A continuación presentamos un cuadro donde puede observarse la capacidad de diversos materiales para utilizarlos en la cobertura de un vertedero.

Manejo y operación de un vertedero



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE COBERTURA

FUNCIÓN	GRAVA LIMPIA	GRAVA CON ALUBION Y ARCILLA	ARENA LIMPIA	ARCILLA CON ALUBIÓN	ALUBIÓN	ARCILLA
Prevenir el acceso de roedores - perforar la capa de material de Cobertura	Bueno	Aceptable Bueno	Bueno	Malo	Malo	Malo
Prevención de moscas	Malo	Aceptable	Malo	Bueno	Bueno	Excelente
Reducir a min la entrada de agua al relleno	Malo	Aceptable Bueno	Malo	Bueno Excelente	Bueno Excelente	Excelente
Mejorar la superficie de acabado y la dispersion de papeles	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Soportar buen crecimiento de la vegetacion	Malo	Bueno	Malo Aceptable	Excelente	Bueno Excelente	Aceptable Bueno
Permitir ventilacion de gases	Excelente	Malo	Bueno	Malo	Malo	Malo
Reducir a min la salida de agua a través de material de cobertura	Malo	Aceptable Bueno	Malo	Bueno Excelente	Bueno Excelente	Excelente



3.5. Formas de depositar los residuos sólidos urbanos.

Las formas de depositar los residuos en un vertedero controlado dependerán de la configuración del terreno, de sus condiciones en cuanto a la posibilidad o no de acopio de la tierra para el recubrimiento de las basuras, de las condiciones climáticas y del nivel freático.

Actualmente se utilizan tres métodos básicos de explotación de un vertedero controlado: Método de Áreas, Método de Trincheras y Método de Vaguada/Depresión:

1) Método de áreas.

Este método se utiliza en aquellos lugares en los que no es posible excavar por encontrarse más próximo al nivel del acuífero superior.

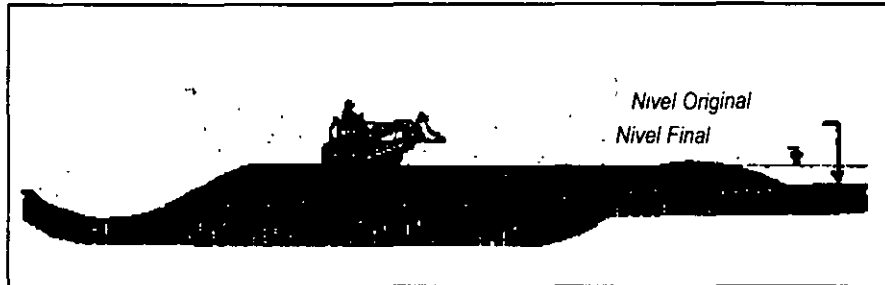
El material de cobertura que se utiliza para cubrir los residuos dispuestos en el vertedero se extrae de un lugar distinto al que constituirá la superficie soporte del relleno. Un ejemplo es el caso en se pretenda rellenar depresiones naturales o provocadas por distintas extracciones de materiales. El material de cobertura en cualquier situación expuestas se extrae de áreas colindantes y se arrastra o transporta hasta las áreas a rellenar con residuos. Por lo tanto afecta el costo de operación del relleno. Sólo en el caso que el material se origine como descarte de obras públicas y/o privadas, justifica su transporte a distancias fuera del radio del relleno sanitario. En dicho caso se efectúa la disposición simultánea con los residuos de materiales inertes producidos por la actividad urbana (escombros, demoliciones, etc.), los que para ser usados no deben ser residuos voluminosos.

En la aplicación del método de áreas se requiere siempre la presencia de un sólido terraplén o muro, (natural o artificial) para compactar los residuos sobre el mismo, en caso de depresiones de más de 4 m. de profundidad es aconsejable efectuar la descarga en el nivel inferior a efectos de permitir una disposición en capas que aseguren una uniforme compactación. (Figura N° 4). Llamamos celda al área de residuo colocada, apisonada (compactada) y tapada con material de cobertura. Más adelante veremos cómo se realiza la construcción de celdas.

Manejo y operación de un vertedero



Figura N° 4: Formación de las Celdas por método de área.



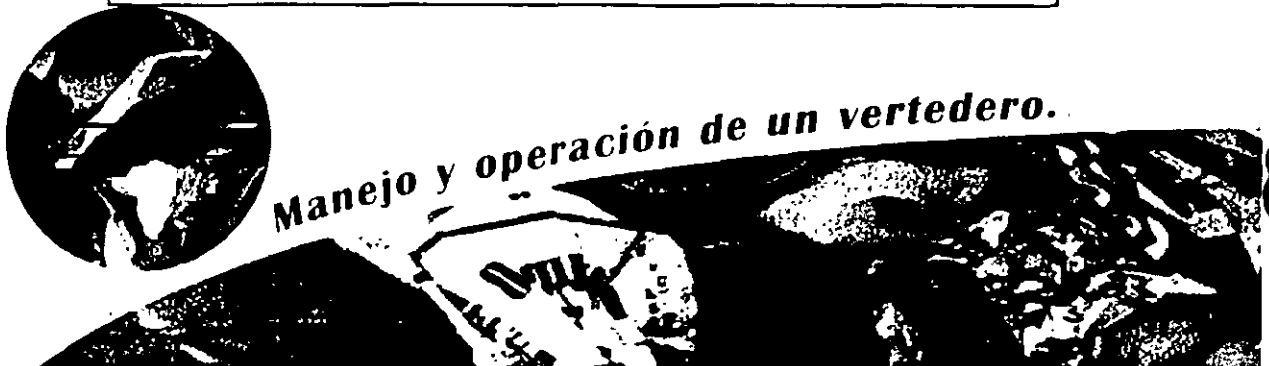
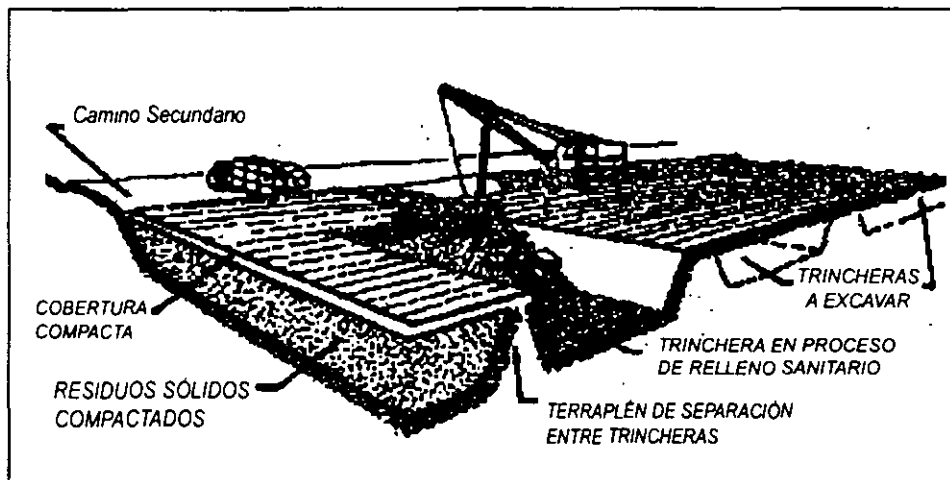
2) Método de trincheras.

Cuando las condiciones del suelo lo permiten se pueden excavar zanjas o trincheras. Sus dimensiones dependerán de las características del terreno (hidrogeológicas) y del proyecto de relleno a realizar.

Para su construcción se emplean equipos normales de movimiento de suelos como por ejemplo las retroexcavadoras. Los suelos con buenas características cohesivas, como por ejemplo los arcillosos o los limo-arcillas, son recomendables para la ejecución de trincheras, dado que se podría aumentar la inclinación de los taludes (sin peligro de desmoronamientos), reduciéndose el espacio requerido para su realización y permitiendo reducir la separación entre zanjas aledañas.

El método de trincheras se puede practicar en terrenos llanos y siempre que las características del perfil del suelo y la presencia de aguas subterráneas permitan una segura aplicación de este procedimiento a costos operativos compatibles. (Figura N(5).

Figura N° 5: Método de trinchera.



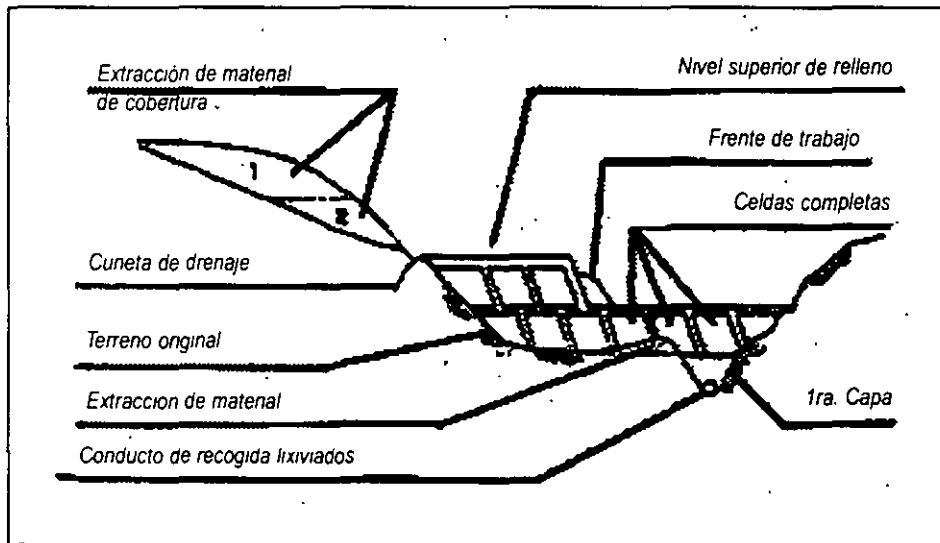
3) Método vaguada/depresión o rampa.

Se han utilizado vaguadas, barrancos y fosas de relleno suplementario e incluso canteras como zonas de vertido. Las técnicas para colocar y compactar los residuos en vertederos de vaguada/depresión varían según la geometría del lugar, las características del suelo, la hidrología y geología del lugar, los tipos de instalaciones para el control del gas y del lixiviado que van a utilizarse además del acceso al lugar.

Normalmente se comienza el relleno de cada nivel por la cabeza de la vaguada y se termina por la boca, para impedir la acumulación de agua en la parte de atrás del vertedero. Se rellenan los lugares vaguada/depresión en múltiples niveles.

Una de las claves para la utilización del método vaguada/depresión es la disponibilidad del material adecuado para la cubrición de cada nivel mientras se completa y para proporcionar una cubrición final sobre la totalidad del vertedero cuando se ha alcanzado la altura final. (Figura N° 6).

Figura N° 6: Método Vaguada/Depresión.

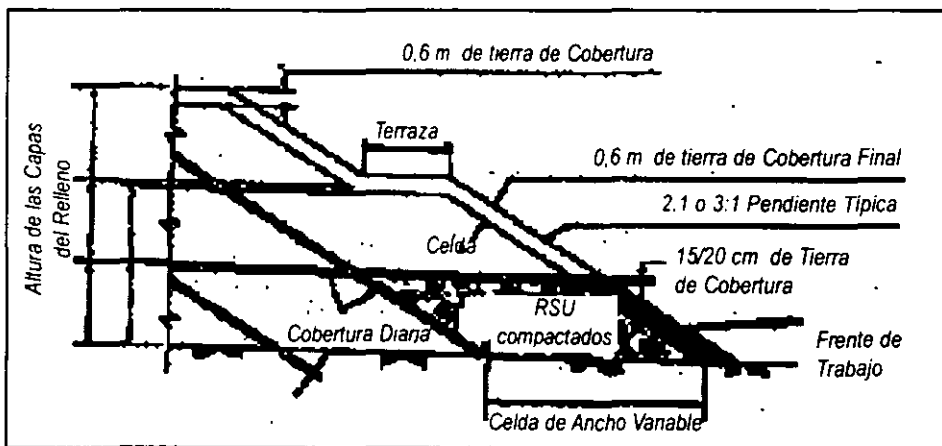


3.5.1. Construcción de las celdas.

La celda diaria se define como la unidad básica de construcción del relleno sanitario; se asemeja a un pequeño bloque y está constituida por la cantidad de residuos que se entierra en un día y por la tierra necesaria para cubrirla. Sus dimensiones varían en cada caso y se define teóricamente como un paralelepípedo. Su ancho equivale al frente de trabajo necesario para que los vehículos recolectores puedan descargar la basura. El largo o avance está definido por la cantidad de basura que llega al relleno en un día y la altura se limita a un metro o metro y medio para lograr una mayor compactación.

- La primera celda se construye delimitando el área que ocupará, basándose en las dimensiones estimadas del cálculo de la cantidad de residuos sólidos y su grado de compactación, lo que entrega una visión rápida y aclaratoria a los trabajadores.
- Los residuos se descargarían en el frente de trabajo, a fin de mantener una sola y estrecha área descubierta durante la jornada y además evitar su acarreo de larga distancia.
- Los residuos se esparcen en capas delgadas entre 20 y 30 cm. y se compactan hasta obtener la altura recomendada para la celda en el frente de trabajo.
- La cobertura se efectúa con un espesor de turno suficiente para tapar completamente y rellenar las irregularidades de la superficie (aproximadamente entre 40 y 60 cm.) al final de la jornada se compacta la celda hasta obtener la superficie lo más uniforme posible.
- Se recomienda una vez terminada la primera plataforma de celdas, hacer circular sobre ellas a los vehículos recolectores de modo que se logre una mayor compactación.

Figura Nº 7: Diseño de una celda.



3.5.2. Operación en el frente de trabajo.

Se denomina frente de trabajo al sitio donde los vehículos que transportan basura la descargan para el posterior relleno, también se denominan frente de vertido. La operatividad de este frente debe verificarse en todo momento, inclusive con intensas lluvias.

Al ser descargadas las basuras, los trabajadores las esparcen sobre el talud de las celdas ya terminadas en capas sucesivas de 0.20 a 0.30 mts., empleando para ello horquetas o rastrillos. Luego se nivela la superficie superior y se compacta con el rodillo a diferencia de las superficies laterales que son compactadas por medio de los pisones de mano hasta darles una relativa uniformidad.

El drenaje de las aguas del sector debe ser inmediato y conducido al sistema de drenaje (ver Figura N° 7).

Como ya se dijo la superficie sobre la cual se depositará la basura es impermeabilizada si las condiciones naturales así lo exigen, para ello se podrán emplear arcillas del lugar y de ser necesario se utilizará un film de polietileno de espesor variable entre 250 a 500 micrones debidamente soldado, simultáneamente se perfilará la superficie con las pendientes proyectadas y se construirán las zanjas correspondientes para la recolección del percolado.

También vimos que estas zanjas pueden rellenarse con piedra partida y eventualmente con arena, a veces se colocan también tuberías de PVC perforados. Mediante pendientes suaves los líquidos deben escurrir al área de almacenamiento de percolados.

Finalmente se acondiciona el respectivo frente de trabajo donde descargarán los residuos transportados por los vehículos recolectores.

El esparcimiento y compactación se realiza en capas horizontales o inclinadas con una pendiente 1:3 (altura:avance) lo cual proporciona mayor grado de compactación, mejor drenaje superficial, menor consumo de tierra, mejor contención y estabilidad del relleno.

Al iniciar la operación en el frente de trabajo siempre se debe proporcionar contención al relleno (dar una superficie de confinamiento a la masa de residuos antes de depositarla) apoyando cada celda en el talud del terreno natural o paredes de la trinchera y durante el avance sobre la celda ya terminada.

Manejo y operación de un vertedero



• **Cobertura.**

Para concluir la celda, se la cubre con una capa de tierra del orden de 0.10 a 0.15 mts. lo cual se esparce por medio de carretillas de mano, pala y azadón y se la compacta empleándose el rodillo y piones de mano, con el mismo sistema efectuado con la basura. Conviene recordar que la cobertura diaria evita la presencia de insectos, roedores y otros vectores sanitarios, así como el fuego, los gases y malos olores, la humedad y la basura dispersa. De este modo, al terminar la jornada no debe quedar ningún desecho sólido expuesto y, menos aún, al final de la semana. En cuanto a la calidad del material de cobertura para un relleno sanitario manual, se recomienda aprovechar la tierra que se encuentra más accesible, puesto que el objetivo fundamental es la cobertura de los desechos. Para esto se recomienda emplear 1 m³ de tierra por cada 4 a 5 m³ de desechos sólidos, es decir, entre 20% y 25%.

Se recomienda efectuar la cobertura final de 0.40-0.60 mts. en dos etapas, cada una de 0.20 a 0.30 mts., con un intervalo de un mes aproximadamente para tratar de cubrir los asentamientos que se produzcan en la primera capa.

Cuando se trabaja con el método del área, si se excava en el propio sitio, los costos de acarreo de la tierra de cobertura son mínimos. Se recomienda extraerla de los taludes del terreno, conformando terrazas para evitar la erosión; además, resulta aconsejable ampliar la capacidad del sitio y por ende su vida útil o también aprovechar la tierra sobrante de las excavaciones de las nuevas construcciones en el área urbana.

En los periodos secos, se recomienda extraer y acumular la tierra para cobertura utilizando un tractor o retroexcavadora; de esta forma, se obtienen mejores rendimientos. La tierra puede ser acumulada en otra celda terminada y de allí descender a la celda en conclusión.

En época de lluvia ocurrirá a la inversa, pues el material acumulado se va perdiendo por arrastre y se torna mas pesado debido a la humedad, lo que implica mayores dificultades para su transporte. Por lo tanto, en estas circunstancias resulta aconsejable extraer la cantidad de tierra que sea necesaria para efectuar la cobertura de la celda diaria.

Cuando se trabaja con el metodo de la trinchera, el material de cobertura está prácticamente asegurado; se recomienda acumularlo a un lado de la zanja en elaboración o sobre una ya terminada.



• **Compactación.**

Dado que esta obra de saneamiento básico ha sido concebida para emplear tecnología al alcance de la región, y con el propósito de promover el uso extensivo de mano de obra, la conformación de las celdas y la compactación se harán con herramientas de albañilería, por lo que las densidades alcanzadas en el relleno sanitario manual serán relativamente bajas (400-500 kg./m³), pero suficientes para los fines propuestos. No obstante existen otros mecanismos que inciden en la compactación de los residuos sólidos, siendo los más importantes:

- El tránsito de los vehículos sobre las celdas terminadas; esta práctica debe estimularse en los periodos secos.
- El proceso de descomposición de los desechos sólidos, dado que en los países en desarrollo, la materia orgánica ocupa un alto porcentaje de su composición física (entre 40-70%) y es transformado en humus, agua y gases.
- El peso propio de las celdas superiores sobre las inferiores también produce una carga que aumenta el grado de compactación.
- El almacenamiento de material de cobertura sobre las celdas terminadas.

Manejo y operación de un vertedero



3.6. Consideraciones básicas en el funcionamiento del relleno sanitario.

Para la operación de un relleno sanitario es necesario considerar algunos aspectos que resultan prioritarios, ellos se vinculan con cuestiones generales, relativas al acceso y circulación de los camiones, el procedimiento de descarga, el personal y otros aspectos referidos en general al control de las instalaciones. También es necesario atender el equipamiento ya que el parque de maquinarias representa un costo importante.

Otros aspectos significativos en el funcionamiento de una planta de este tipo están referidos a los controles que es necesario efectuar para garantizar normas aceptables de sanidad y a los costos operativos en general.

3.6.1. Condiciones generales.

Incluimos en este análisis tres aspectos relativos al funcionamiento de un vertedero: acceso, personal y condiciones complementarias.

3.6.1.1. Acceso al vertedero.

El acceso al vertedero sanitario así como el área perimetral deberá estar indicado y anunciado con carteles diagramados, barreras y casillas de control de ingreso y vigilancia, presentando condiciones estéticas y de mantenimiento propios de un establecimiento industrial en funcionamiento. Dada la intensa circulación vehicular que se registra, en el área de acceso deberá atenderse para no entorpecer el tránsito que circula por la red vial periférica al centro de disposición final.

Los caminos interiores podrán anunciarse conforme a la siguiente clasificación:

- a) **Red vial:** son caminos de uso permanente y generalmente se mantienen como tales hasta darse un uso específico al suelo relleno.
- b) **Caminos principales:** Son los que conducen desde la trama vial a los módulos a relleno y frecuentemente circunscriben los mismos. Su uso es transitorio conforme al diseño del relleno.
- c) **Caminos secundarios:** Son interiores a los módulos y permiten acceder al frente de trabajo desde los caminos principales. En general son rellenos posteriormente constituyendo nuevas celdas.



Las características de estos caminos se adecua a sus funciones específicas tanto en los aspectos constructivos, los materiales empleados en los terraplenes y las superficies de rodamiento como en el mantenimiento de cada uno de ellos.

Los caminos principales son construidos con materiales del área a rellenar, sus condiciones básicas son: un rápido drenaje de las aguas de lluvia mediante un abovedamiento adecuado y zanjas y/o cunetas paralelas enlazadas al sistema de drenaje. El mantenimiento de estos caminos debe ser tal que asegure su transitabilidad ante cualquier condición climática desfavorable incluidas intensas precipitaciones.

Los caminos secundarios, reúnen características similares a las playas de los frentes de trabajo, en general es el terreno natural levemente terraplenado. La capa de rodamiento se conserva con el mismo material empleado para la construcción de los caminos principales. Toda la red de circulación interna de ingreso y egreso de vehículos se debe diseñar para circular en un solo sentido, debiéndose colocar adecuadas señalizaciones portátiles necesarias para las distintas etapas del relleno.

3.6.1.2. Personal.

La construcción de un relleno sanitario requiere la participación de un equipo de personas, las que como en cualquier organización deben estar compenetradas con su misión específica y requieren una organización adecuada.

Esta se debe especificar en el organigrama funcional el cual debe reflejar la operatoria, estableciendo las misiones y funciones de cada uno de los componentes del plantel de conducción, así como las distintas especialidades laborales que se requerirán y el número de operarios, para los distintos turnos de trabajo que serán necesarios.

La conducción técnica en la medida de lo posible estará a cargo o bajo el asesoramiento de un profesional idóneo en Ingeniería Sanitaria, con la experiencia adecuada para dirigir todas las tareas inherentes al relleno, debiera ser asistido por un equipo técnico compuesto por un topógrafo, un deliniante (dibujante) y un laboratorista para estudio de suelos, en el caso de vertederos con envergadura, como lo son a partir de 250 Ton./día recibidas.

En lo que respecta al plantel general que operará en los distintos frentes, se deberá contar en cada área con supervisores, capataces, operadores de equipos y personal auxiliar debidamente capacitado.

3.6.1.3. Condiciones complementarias.

Es necesario que el relleno sanitario cuente con los servicios de electricidad, abastecimiento, saneamiento, servicio de comunicación y de ser posible teléfono. También es conveniente controlar el área impidiendo la práctica de selección de materiales (cachureo, pepenador, cirujero, etc.) y el acceso de personal extraño a la obra, las descargas en lugares no habilitados y controlando el ingreso y egreso de vehículos.

Manejo y operación de un vertedero



Para vertederos de más de 300 Ton./día, es conveniente prever la construcción de instalaciones complementarias. La conducción técnica de la obra debe tener oficinas equipadas con el fin que desarrolle sus actividades específicas en el mismo relleno. También el personal debiera contar con vestuarios y estantes individuales para guardar su indumentaria y efectos personales e instalaciones sanitarias acordes para su aseo diario.

Es necesario realizar un mantenimiento de áreas rellenadas, considerando que suelen sufrir un agrietamiento debido al asentamiento originado al estabilizarse los residuos a través de las cuales puede infiltrarse el agua proveniente de las precipitaciones.

También es conveniente conocer el uso posterior que se dará al área donde se opera un relleno sanitario pues esto permite mejorar notablemente la factibilidad técnico-económica de las obras en su conjunto.

Con esta consideración es posible que todo el costo del servicio de disposición final se transforme en inversión y retorne a la comunidad a través de las obras de destino final, a realizarse sobre el relleno sanitario una vez finalizado el mismo. Reinsertándolas como áreas de esparcimientos (jardines, parques) e incluso como lugares de actividades deportivas (campos de deporte, etc.), es decir implantando actividades terciarias.

3.7. Equipamiento.

Al operar un relleno sanitario o vertedero controlado será necesario contar con un parque adecuado para poder cumplir la totalidad de las tareas. A tal fin se deberá disponer del equipo que realice las operaciones necesarias de forma económica y apropiada.

También se deberá establecer una dotación polifuncional para reemplazos que puedan producirse por distintas razones durante la operación del relleno a fin de asegurar la continuidad de su funcionamiento. El equipo dependerá del tipo y cantidad de residuos recibidos, del material de cobertura y de los métodos de operación dentro del vertedero.

Las basuras requerran ser acomodadas y compactadas, pero rara vez necesitarán ser trasladadas por el equipo de relleno a distancias superiores de treinta metros. El material de recubrimiento si puede necesitar para su traslado a distancias mayores, sin embargo ambos materiales necesitan ser compactados adecuadamente, durante y después de ser colocados.

Los requerimientos de equipo atienden el manejo de los residuos, en compactación, la cobertura, la construcción de terraplenes y el acondicionamiento de celdas.



Para garantizar la continuidad de los trabajos se aconseja incrementar en un 30% el equipo básico a fin de mejorar su vida útil. Una manera de compensar el costo del equipo extra, es recurrir al empleo de máquinas polifuncionales como puede ser el caso de una compactadora que también puede ser utilizada para conformar terraplenes.

De forma orientativa daremos unos datos sobre los diferentes equipos a utilizar, sin olvidar que el estudio de la selección del equipo debe realizarse de forma local para cada vertedero.

Equipo	Tipo	Características	Funciones
Tractor con orugas o topadora	Movimiento de residuos y suelo	-Capacidad de la hoja: 7-50 m ³ -Velocidad promedio: 2-3 Km./hs -Presión sobre terreno: 475-590 Kg./m ³ -Distancia máxima de empuj: 90m.	-Distribuir y compactar residuos sólidos -Preparar terraplenes y cobe tura con tierra
Compactador de residuos	Movimiento de residuos y suelo	-Capacidad de hoja: 11-25 m ³ -Compactación: 710-1.000 Kg./m ³ -Peso: 20-45 Tn	-Distribución y compactación de residuos sólidos
Cargador de cadenas o camles	Movimiento de residuos y suelo	-Capacidad de pala: 1-3 m ³ -Compactación: 475-590 Kg./m ³	-Excavar en suelo firme -Transporte de material no más de 30 m. -Conformar y perfilar terraplenes
Excavadora	Movimiento de suelo	-Capacidad de balde: 0,1-6 m ³ -Alcance. 6-18 m. -Profundidad: 3,75-14 m	-Excavar. Cargar camiones y cubrir basuras compactadas (trincheras) -Apoyo para conformar terraplenes
Dragalina	Movimiento de suelo		-Excavar trincheras para celdas -Realizar cobertura primaria (sin compactación)
Cargador de Ruedas	Movimiento de suelo	-Capacidad de pala: 1,2-20 m ³ -Compactación: 530-650 kg/m ³ -Altura Máxima de pala: 4-6 m	-Excavar en terrenos blandos -Cargar material en los camiones -Transportar a distancia no mayores a 6 m.
Retroexcavadora Cargadora	Movimiento de suelo	-Capacidad de pala: 0,7-1 m ³ -Alcance 6,7-9 m -Profundidad. 4,3-6,5 m	-Excavar y cargar camiones -Transportar distancias cortas

Manejo y operación de un vertedero



Equipo	Tipo	Características	Funciones
Motoniveladora	Movimiento de suelo	-Rodado neumático -Dirección hidráulica	-Construcción y mantenimiento de caminos, terraplenes, cunetas -Perfilado y nivelado de capas de cobertura
Mototralla (autocargadora)	Movimiento de suelo	-Capacidad 9-33 m ³ -Velocidad máxima: 30-50 Km./hs. -Peso. 32-75 Tn	-Esparcir capa de cobertura -Mejoramiento de terrenos -Acarreo de grandes volúmenes de materiales
Rodillo pata de cabra	Movimiento de suelo	-Peso. 6-8 Tn -Ancho. 2,4-4,5 m.	-Compactación de suelos, terraplenes
Rodillo neumáticos	Movimiento de suelo		-Compactación uniforme de suelos y subsuelos, especialmente limosos
Rodillos vibrantes autopropulsados	Movimiento de suelo		-Compactación efectiva de terraplenes normales, granulados o con arcilla

Equipos de apoyo

- Cisternas doble traccion para movimiento de agua (polvo, infraestructura).
- Cisterna de combustible.
- Carreton (movimiento de equipos).
- Camiones para el movimiento de tierras.
- Hidrolavadoras.
- Grupos electrogenos.
- Torres de iluminacion.
- Bombas varias.

A continuacion presentamos algunas figuras que grafican estos equipamientos:



Manejo y operación de un vertedero.



Figura N° 8: Accesorios Delanteros

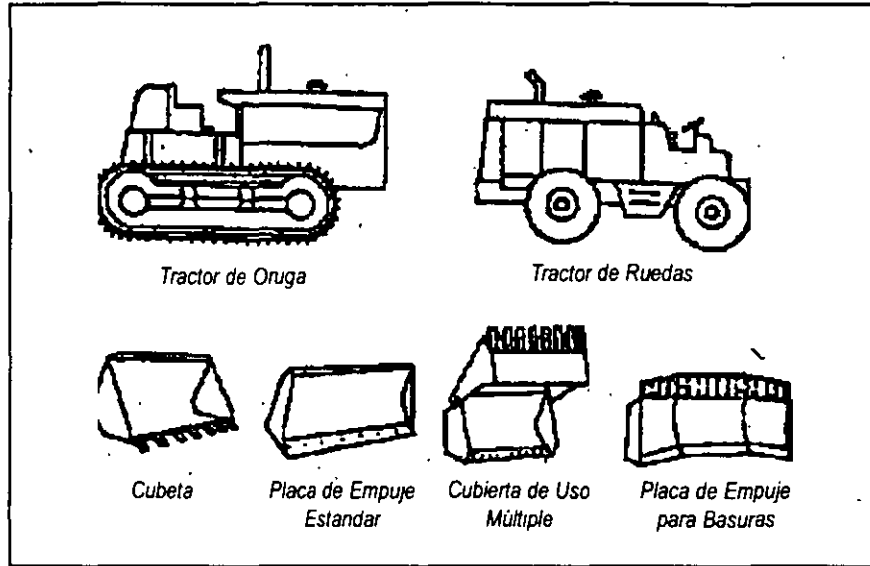
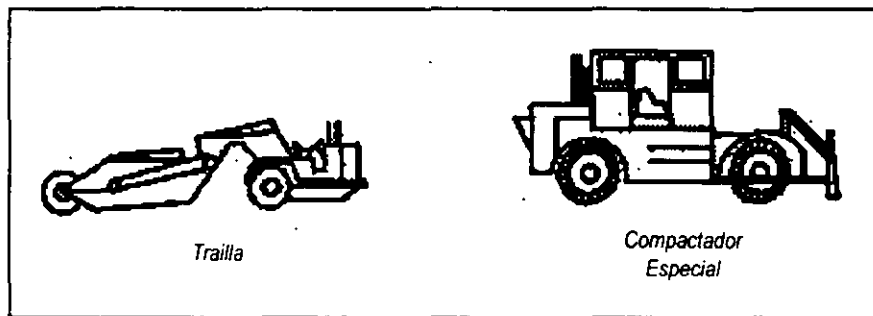


Figura N° 9:



Manejo y operación de un vertedero



Figura Nº 10: Bulldozer

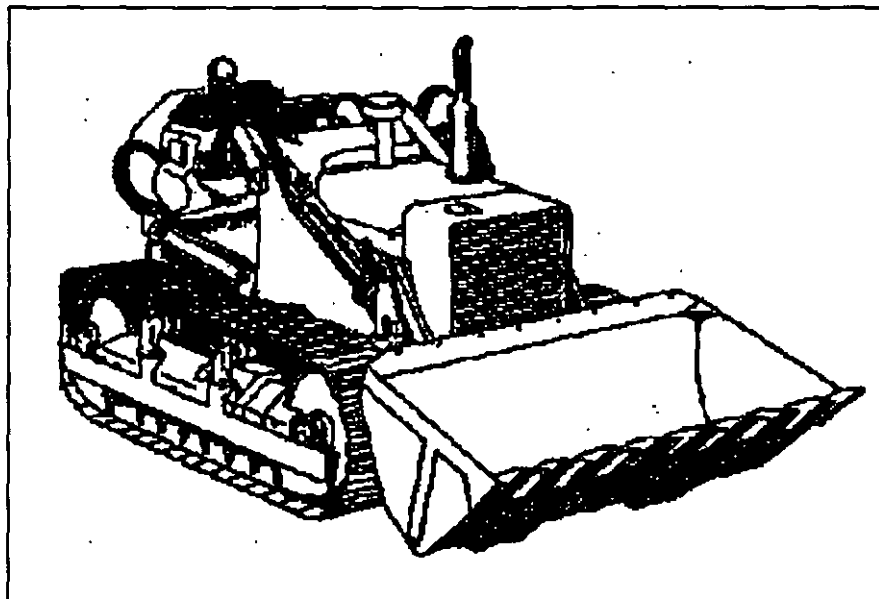


Figura Nº 11: Equipo de colocación y compactación de residuos

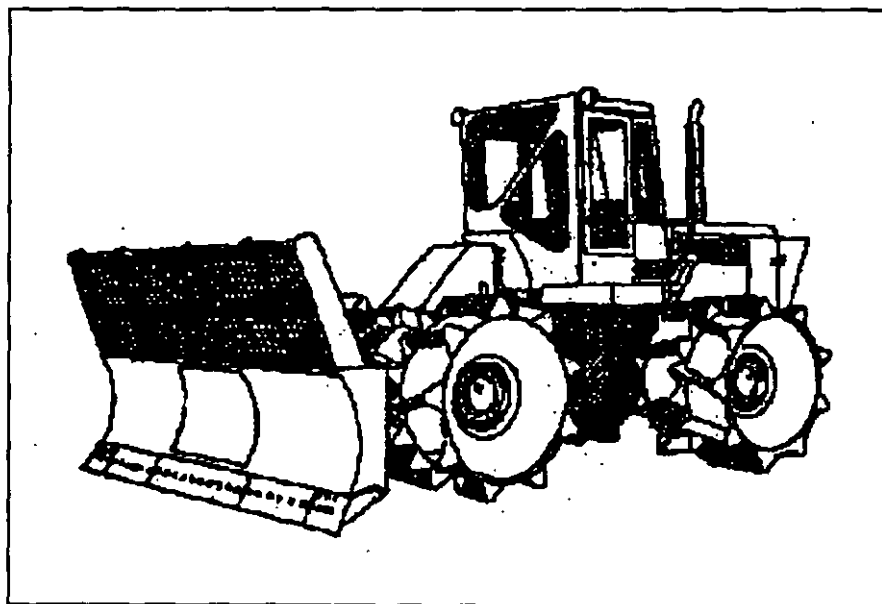


Figura N° 10: Bulldozer

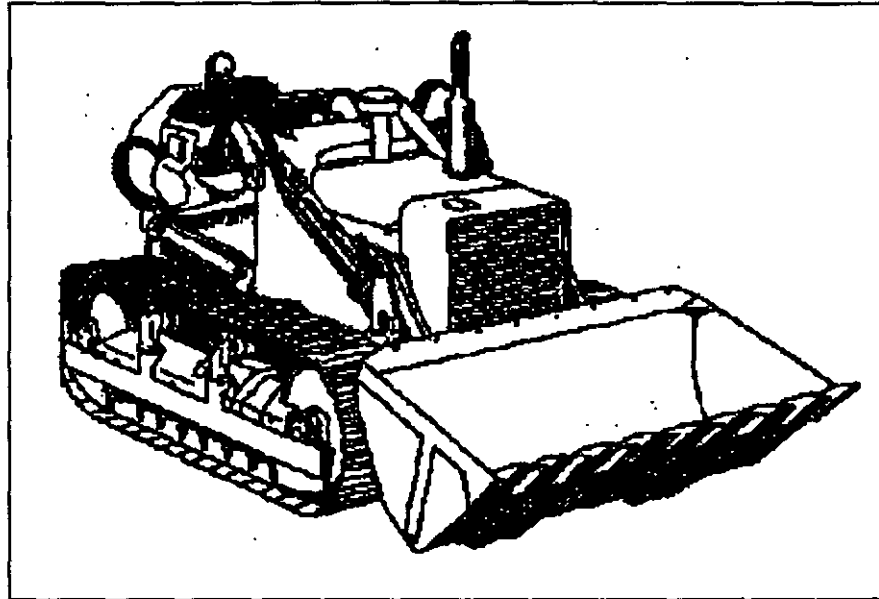


Figura N° 11: Equipo de colocación y compactación de residuos

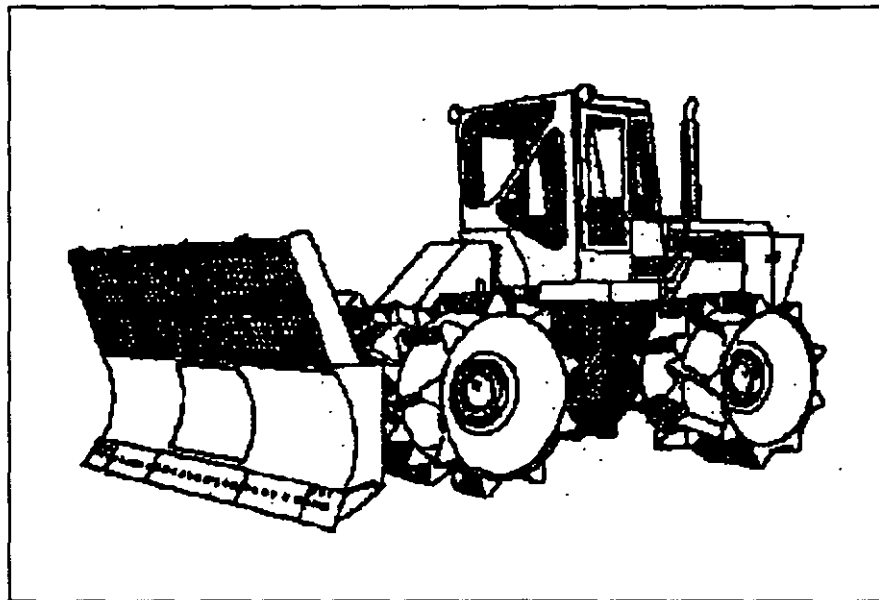
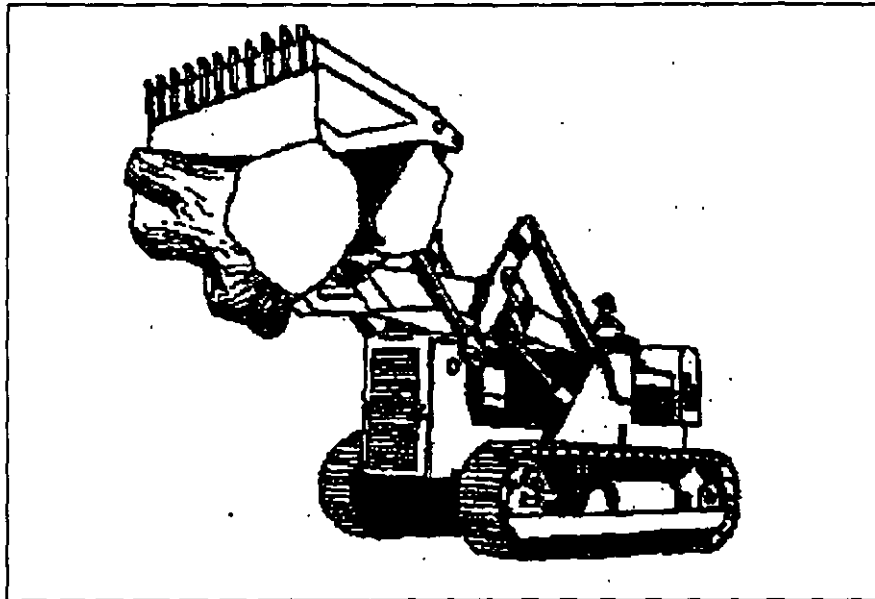


Figura N° 12: Equipo de manejo de residuos voluminosos



A continuación describiremos el equipamiento mínimo sugerido para 4 niveles de operación de un relleno sanitario, tan solo a título indicativo.

Toneladas por día	Máquinas	Tipo	Peso en Tn.	Accesorios
* 0 a 50 Tn / Día	1	Tractor de orugas o Tractor de ruedas	5 - 15	Placa de empuje. Placa de empuje especial para basuras. Cubeta de carga delantera (1 a 2 m ³)
* 46 a 160 Tn / Día	1	Tractor de orugas o Tractor de ruedas	15 - 30	Placa de empuje. Placa de empuje especial para basuras. Cubeta de carga delantera (2 a 4 m ³) Cubeta de uso múltiple.
		Trilla, draga o carro tanque		

Manejo y operación de un vertedero



<i>Toneladas por día</i>	<i>Máquinas</i>	<i>Tipo</i>	<i>Peso en Tn.</i>	<i>Accesorios</i>
* 160 a 320 Tn / Día	1 a 2	Tractor de orugas Tractor de ruedas	15 o más	Placa de empuje. Placa de empuje espe- cial para basuras. Cubeta de carga delantera (2 a 5 m ³) Cubeta de uso múlti- ple.
* 320 o mas Tn / Día	2 o mas	Trilla, draga o carro tanque Tractor de orugas o Tractor de ruedas Trilla, draga (bulldozer) carro tanque pata de cabra Tractor con ruedas compac. Motoniveladora	20 o más	Placa de empuje. Placa de empuje espe- cial para basuras. Cubeta de carga delantera (2 a 5 m ³) Cubeta de uso múlti- ple.

3.8. Controles a practicar en un relleno sanitario.

En la etapa de desarrollo del proyecto con todos los datos anteriormente nombra-
dos una vez recopilados y analizados, los responsables de la conducción de la obra
podrán elaborar un plan de trabajo.

Este plan se inicia con el replanteo en terreno del módulo a rellenar y desarrolla
cada una de las tareas a ser ejecutadas, especificando el personal responsable de cada
una de ellas, así como los equipos a emplear en cada uno de los frentes.

El plan se actualiza en forma diaria conforme al avance que se registre en obra y
atendiendo las prioridades que hacen a la continuidad del servicio de disposición final
de residuos.



El plan de trabajo se actualiza con partes diarios que reflejan los resultados reales obtenidos, así como el equipo utilizado y las condiciones climáticas registradas; este parte permite una permanente evaluación de los trabajos que se ejecutan y brinda la oportunidad de verificar el rendimiento de los recursos empleados.

3.8.1. Control ambiental.

Resulta de suma importancia a efectos de preservar las condiciones sanitarias, un correcto análisis del medio donde se desarrolla el relleno sanitario. La contaminación de aguas subterráneas y superficiales podrá producirse sino se adoptan previamente medidas de control.

La carga orgánica contenida en los líquidos percolados es muy elevada y su dilución con agua de lluvia origina caudales de aguas contaminadas que no pueden ser admitidos por el cuerpo receptor sin un grave deterioro de su calidad. La infiltración simultánea de los líquidos de referencia origina la contaminación de la napa freática.

A efectos de prevenir y evitar estas consecuencias se deberá proyectar un sistema de evacuación de las aguas de lluvia de alta eficiencia. En especial en el frente de trabajo se procederá al bombeo inmediato de las aguas acumuladas en las celdas en operación antes de que se mezclen con el líquido originado por la descomposición de las basuras.

Para prevenir la filtración se deberá controlar la impermeabilidad de la superficie soporte de los residuos. En caso que el terreno resulte permeable se podrá aplicar distintas técnicas para lograr una impermeabilización segura.

No obstante y por distintos motivos, puede generarse un nivel excesivo del percolado, en este caso podrá irrigarse sobre basura rellena y no saturada o acumularse en balsas especialmente diseñadas. Las zanjas del sistema de control de las aguas de lluvias también pueden revestirse con film de polietileno para impedir la infiltración del eventual líquido de percolado. El esquema de prevención del control de la contaminación se complementa con análisis estadísticos de aguas superficiales y freáticas.

Los gases generados en el proceso anaerobio son eliminados en parte a través de la capa de cobertura. A efectos de favorecer su evacuación y prevenir los agrietamientos de la capa de cobertura por donde podrían producirse filtraciones, se colocan en el relleno sistemas de ventilación, como ya hemos visto, los cuales deben verificarse en su funcionamiento.

Dentro del control ambiental debe considerarse:

- ***Programa de control de moscas en el relleno sanitario.*** En el área de trabajo la efectividad de las operaciones para el control de las moscas puede medirse por el recuento de las moscas en el lugar de operaciones.



Manejo y operación de un vertedero

La información sobre las necesidades y realizaciones de un programa de control se obtienen mediante una cuidadosa medición de criaderos y de las poblaciones de moscas, tanto antes como después de las labores de control, para lo cual debe tenerse en cuenta la dinámica de la población de moscas que se modifica por reproducción, mortalidad y migración, variando con la naturaleza del medio.

- **Control de roedores.** El relleno debido a la existencia de residuos domésticos constituye la principal fuente de alimentación para los roedores, lo que acarrea un inconveniente que debe ser tomado con las previsiones necesarias para evitar las posibles consecuencias sanitarias de la población. Para evitar la existencia de roedores en los rellenos se recomiendan dos tipos de prácticas:

-Compactado y recubrimiento diario de los residuos dispuestos.

-Empleo de venenos y cebos. El uso de los raticidas es uno de recursos mas importantes en la lucha contra las ratas, pero presenta dificultades originadas en la instintiva desconfianza de los roedores.

- **Control ambiental Ex-Post:** Este control determina las diferentes labores de monitoreo necesarias una vez que se ha reinsertado el vertedero, previo a su clausura. Este monitoreo tratará del control de gases, asentamientos y lixiviados principalmente, además de los vectores sanitarios sea cual sea la función futura que desempeñe (parque, campo deportivo, etc.).

3.8.2. Control de gestión.

Tratándose de una obra que durante su ejecución de forma simultánea está satisfaciendo un servicio y mas específicamente está salvaguardando la salud pública, se deben extremar los recaudos a efectos de realizar un seguimiento de todas las actividades que la integran.

En este seguimiento el nivel de decisión política podrá evaluar el avance de los trabajos en forma directa y en cualquier oportunidad, a través de una presentación de la documentación de manera precisa y detallada.

En los casos en que se recurra a la actividad privada para la confección del Proyecto y/o ejecución de la obra existen campos de responsabilidad perfectamente definidos para que el Organismo Publico administrador efectúe el seguimiento con el simple recaudo de exigir la documentación correspondiente a los responsables técnicos del proyecto ejecutivo y realizar su analisis y evaluación.



El control de gestión se nutre de información que se recoge en los niveles operativos y administrativos. Para ello es necesario efectuar el control pasivo.

3.8.3. Control técnico y de operación en vertederos.

Su objeto es controlar la ejecución técnica de las operaciones que se realizan en el vertedero como son: construcción de celdas, compactación, cobertura final y el Control estadístico y administrativo, de los desechos que entran en el recinto, identificando el tipo de desecho, peso, y procedencia además de la tipología del tipo del vehículo, hora de entrada del mismo y otros aspectos referentes a las labores del personal de mantenimiento.

A los efectos de facilitar el diseño de un sistema de control se incluyen en el Anexo al final del módulo un anexo de formularios tipo, utilizados para el control de la administración del relleno.

En cada formulario se encuentran las instrucciones de uso. Estos formularios son los siguientes:

- Formulario nº 1: Registro semanal de mano de obra
- Formulario nº 2: Informe diario sobre actividades de disposición final.
- Formulario nº 3: Informe diario sobre actividades de recolección.
- Formulario nº 4: Registro de reparaciones y mantenimiento
- Formulario nº 5: Inventario de equipos e instalaciones.
- Formulario nº 6: Resumen de operaciones.
- Formulario nº 7: Resumen de costo total e ingresos.

3.8.4. Higiene y seguridad laboral.

Durante la elaboración de un proyecto de relleno sanitario se deben contemplar normas de seguridad para evitar los riesgos de accidentes resultando aconsejable contar con un programa de higiene y seguridad a desarrollar durante la ejecución de las obras.

- En el diseño se tienen que minimizar los cruces de la trama vial interior, diagramar una adecuada señalización vertical y horizontal indicando accidentes topográficos, cruces, puentes, alcantarillas, velocidades máximas a observar, acceso a balanzas, zonas de tránsito no habilitadas y zona de descarga.
- Las sendas peatonales pueden proyectarse sobre áreas ya rellenadas, tratando que se encuentren totalmente separadas del tránsito vehicular. En el área de descarga, la operación debe preverse sin exponer a riesgos al personal que allí opera, en playa de maniobras, debe impedirse dar instrucciones de estacionamiento desde atrás del vehículo, por lo reducido del campo visual del conductor.



- Suele ser frecuente la necesidad de empujar las unidades mecánicas para ayudar a salir de zonas pantanosas, para ello deben preverse los elementos mecánicos indispensables para ejecutar las operaciones (barra de tiro).
- A los trabajadores se les debe proveer de indumentaria y medios de protección acordes a las distintas operaciones que ejecutan. Casco, calzado de seguridad, guantes, chalecos fluorescentes (para uso en operaciones nocturnas) son elementales para los responsables del mantenimiento y limpieza de la obra así como para los encargados de playas de descarga y maniobras. En caso de operaciones nocturnas, en el vertedero se deben colocar niveles lumínicos para asegurar las condiciones laborales, los artefactos serán fijos y/o montados sobre los equipos mecánicos que se utilicen.
- El sistema de prevención contra incendios es otro de los elementos a diseñar para prevenir posibles focos durante la operación del relleno, o brindar colaboración a vehículos recolectores que puedan arribar con la carga encendida.

Se debe también determinar un área de vertido de emergencia lo más cercano posible al acceso principal.

3.9. Determinación de costos.

Para la determinación de los costos de un relleno sanitario se consideran todos los insumos afectados en forma objetiva a la faz operacional, dejando de lado elementos subjetivos, cuya ponderación resulta difícil generalizar, por ello, que no se considera el valor del terreno antes de ser relleno ni tampoco el que tendría después de concretadas las obras ya sea de relleno u obras de destino final a dar al área. La devaluación o revalorización eventual del entorno del emplazamiento es otro tema que se excluye en la determinación de costos.

El impacto ambiental producido por el centro de disposición y su relación con respecto a la aplicación de otras técnicas da lugar a valores imponderables, algunos de ellos de naturaleza política, por lo que resulta difícil su determinación o estimación precisa. Es así que este desarrollo se limitará a la ponderación de los ítems que componen la obra a ser ejecutada.

Se agruparán los ítems que integran el costo en fijos y variables; los primeros son independientes de la operación mientras los segundos son directamente proporcionales a la productividad del centro de disposición.



Costos fijos.

Este costo está constituido por la inversión que es necesaria realizar para comenzar la recepción de los residuos. Comprende los siguientes ítems:

- **Proyecto y Dirección de obra:** Corresponde a la elaboración del proyecto y la dirección permanente en obra, así como la adecuación de las modificaciones eventuales que pudieran requerirse.
- **Infraestructura:** Comprenden las instalaciones fijas necesarias para la operación del relleno, instalación de galpones, alambrado perimetral, cartel de obra, refugios de vigilancia y control, oficinas y fosas de báscula, suministro de agua, tanque elevado, playas de estacionamiento, accesos al predio, sistemas de iluminación, grupos electrógenos, vallas de protección, estación de combustible, vestuarios y servicios sanitarios.
- **Preparación del terreno:** En este ítem se incluyen terraplenes perimetrales, conformación del primer módulo, conformación de mantos resistentes y de rodamientos de los caminos de operación, acopio de materiales, clasificación de los suelos, excavaciones y preparación de superficies portantes del relleno, primer tramo del sistema de drenaje, obras de arte, obras complementarias del sistema de control ambiental.

Para la preparación de este apartado puede utilizarse el mismo equipo a emplear durante la ejecución del relleno, pero para la determinación del costo lo computamos de forma independiente, ya que además de constituir una inversión, muchas veces requiere equipamiento y personal adicional, dependiendo lógicamente del plazo que se tenga para la habilitación del centro de operaciones.

- **Costos financieros:** La preparación del terreno y la infraestructura representa una importante inversión, el plazo que demanda para su ejecución puede estar entre los 4 a 6 meses, periodo en el cual no se receptiona residuos sólidos y por ende no opera el servicio.

Considerando valores a moneda constante y los intereses de plaza vigentes se debe computar el tiempo de reembolso a valores inferiores al de operación del relleno a efectos que este rubro no adquiera dimensiones que tornen gravosa la operación del relleno.

- **Equipamiento:** En este caso se toman equipos cuya antigüedad esté dentro de su vida útil, es decir que no poseen más de 10.000 horas de funcionamiento y su modelo no supere los 10 años. Así se considera un valor mensual de cada máquina que incluye su amortización, financiación, reparaciones, repuestos y seguros, este concepto es similar a una locación mensual del equipamiento necesario para realizar la totalidad de la obra de relleno.

Este es el rubro de mayor preponderancia entre los componentes del costo fijo en análisis y junto con los costos variables originados en ellos (personal, combustibles y lubricantes) condicionan una elección de los equipos para la normal operación del relleno sanitario.

Manejo y operación de un vertedero



Costos variables.

Estos costos están compuestos de todos aquellos insumos que se afectan en forma proporcional en la operatoria del relleno sanitario, a saber:

- **Personal:** Se toma en este rubro la totalidad del personal que opera el relleno, es así que se considera a los operadores de equipo, a los responsables de la vigilancia y control, al personal de mantenimiento y reparaciones ligeras afectados a los equipos, los empleados encargados de la limpieza de la obra, a los controles de tráfico y capataces. Los valores a indicar incluyen las cargas sociales y los seguros por accidentes de trabajo. Este rubro puede reducirse en forma significativa en algunos casos, donde el operador del equipo pesado asume distintas funciones, modalidad que resulta de difícil aplicación para la idiosincrasia de América Latina.
- **Combustible y lubricante:** El estudio de los costos que producen los lubricantes y el combustible depende de los vehículos que se utilice, se puede decir de forma general que los lubricantes equivalen a un 20% del costo del combustible.
- **Otros insumos:** Existen algunos materiales que son consumidos a lo largo de la obra y que también hay que valorarlos estos son entre otros:
 - Aridos finos, utilizados para conformar la capa de rodamiento de la trama vial interna.
 - Tuberías de hormigón, para realizar las cámaras de control del líquido percolado.
 - Piedra partida para rellenar las zanjas recolección del líquido percolado.
 - Semillas para fijar el desarrollo de vegetación (en manto de cobertura o áreas vegetales).
 - Consumo eléctrico en el transcurso de la operación.



Capítulo



Cierre y sellado de vertederos.



4. Cierre y sellado de vertederos.

El diseño y la construcción de rellenos sanitarios, es una actividad continua que finaliza solamente cuando toda la capacidad disponible o permitida en la zona ha sido completada con residuos sólidos. Cuando esto se produce el vertedero se debe cerrar, marcando la acción final de una instalación que no va a recibir más residuos. Para asegurar el funcionamiento de los controles ambientales en el cierre y durante un periodo posterior, debe desarrollarse un plan que a menudo se realiza durante la fase de diseño. El objetivo del plan es definir los pasos que hay que adoptar para cerrar el vertedero y los elementos de mantenimiento post-cierre que se requieran.

Los vertederos cerrados o abandonados, presentan diversos problemas potenciales para la comunidad, los cuales pueden ser más graves y costosos de solucionar que supervisar y construir vertederos nuevos, porque las prácticas de vertido del pasado normalmente no seguían los criterios y normativas actualmente en uso. Sin criterios de gestión, muchos vertederos aceptaban residuos que actualmente se excluyen de los vertederos de RSU.

Por ello en este apartado trataremos de presentar los elementos claves implicados en planes de cierre para vertederos o rellenos sanitarios, además de las acciones que se pueden adoptar para sellarlos y las líneas directrices para el mantenimiento a largo plazo de rellenos sanitarios cerrados o en proceso de cierre. Hay que señalar que el cierre de un vertedero es una actividad separada del diseño y de la explotación del mismo.

4.1. Efectos de los vertederos cerrados.

La falta de planificación y control de la operación de vertido de residuos sólidos, la escasa supervisión en las actividades industriales generadoras de importantes volúmenes de residuos asimilables a urbanos o de carácter peligroso, junto con una inapropiada disposición de estos, origina áreas ambientales degradadas, que pueden causar variados impactos en los núcleos de población cercanos.

Los vertederos cerrados o en proceso de cierre, son un problema cuando existe un impacto sobre la salud pública o sobre el ambiente, producido por los residuos o subproductos de los residuos, tales como gases lixiviados y otros. En muchas situaciones, el vertedero permanece como un vecino benigno, sufriendo los procesos naturales de descomposición sin generar riesgos. No obstante, como el incremento de la población ha producido cambios en la utilización de los terrenos, los vertederos cerrados y/o aban-

Manejo y operación de un vertedero



donados pueden llegar a producir impactos sobre la actividad humana. En este contexto, dentro de las comunidades se debate mucho acerca de los impactos de vertederos, reales o percibidos y cual será el efecto sobre sus hogares.

Hay pasos que permiten responder a estas preguntas como los siguientes: identificación del lugar, identificación y estudio de los caminos que pueden seguir los contaminantes para afectar a la población y al ambiente, análisis de los impactos por los asentamiento del vertedero, los impactos visuales y reacciones del público respecto al problema.

- **Identificación del lugar.**

La primera indicación de un problema con un vertedero en proceso de cierre, puede provenir de la denuncia de las personas que habitan en las cercanías. Si la denuncia se basa en un reconocimiento visual de los materiales residuales o en movimientos de tierra realizados, se habrá identificado el emplazamiento del vertedero cerrado. En el caso que se detecten malos olores, incendios o que el agua procedente de un pozo esté contaminada, se necesitará una investigación más profunda para identificar la localización exacta del lugar, porque en muchos casos el contaminante que produce el problema puede haberse trasladado desde el vertedero. Estas investigaciones, requieren en la mayoría de los casos de trabajos de campo, los cuales mejoran significativamente cuando se llevan a cabo por profesionales con experiencia en el tema.

- **Identificación de las vías de contaminación.**

Los contaminantes pueden surgir como gases en el aire y suelos o como lixiviados en las aguas superficiales y subterráneas. Si no se detecta contaminación en la zona del vertedero, es importante definir la ruta de movimiento del contaminante, el camino, desde el vertedero hasta el punto de detección. En el caso de las aguas superficiales, el camino a menudo es el canal de un riachuelo o una superficie erosionada. Para las aguas subterráneas, normalmente, el camino es el acuífero superior de las aguas subterráneas. Los gases del suelo se trasladarán desde las zonas menos permeables a las más permeables hasta que entren en la atmósfera. Una vez establecido el camino, la práctica común es identificar todas las actividades, comerciales o industriales en el área afectada, para poder completar una valoración de los impactos de los contaminantes.

La acumulación de los residuos, agravada por la pluviometría, produce lixiviados que pueden contener metales pesados, bacterias coliformes y alto contenido en nutrientes (potasio y fósforo)

La contaminación del agua subterránea y de cursos superficiales que pueden atravesar los lugares de disposición incontrolada es en casos irreversibles, llegando a inutilizar pozos que se encuentran a grandes distancias del lugar.

Los humos, los gases y el polvo son los tipos de trastornos que más suelen afectar a las poblaciones de los entornos de vertederos.



- **Impactos por asentamientos del relleno.**

Cuando se descomponen los residuos en un vertedero, se producen asentamientos en la superficie del terreno. En muchos vertederos cerrados o abandonados, los asentamientos de la superficie producen depresiones que afectan a la escorrentía superficial, produciendo encharcamiento de las aguas. Los impactos de los asentamientos incluyen: destrucción de las vías de escorrentía superficial, rotura de pavimentos, incremento del flujo del gas procedente de los residuos, daños en tuberías y en los conductos de servicios públicos.

- **Impactos visuales y medición de las reacciones del público.**

El impacto visual de un vertedero cerrado o en proceso de cierre puede ser negativo, debido a la presencia de residuos dispersos, sitios eriazos u otros¹. Además de ello, genera inquietudes y preocupación en la población por la posible ocupación y uso ilegal del terreno, o porque el lugar se convierta en un foco de delincuencia. Estas inquietudes y miedos pueden manifestarse a través de demandas de acción hacia las autoridades, las cuales pueden encontrarse con grandes dificultades para resolver un problema importante². Esto conduce a que se implementen planes y normativas para realizar investigaciones sobre posibles afecciones a la salud y al ambiente, a fin de determinar los impactos sobre los ciudadanos. Estas investigaciones, que pueden ser llevadas a cabo en vertederos activos y clausurados y pueden importar un costo mayor para los usuarios del servicio de aseo o los contribuyentes en general.

4.2. Introducción de medidas correctoras.

La introducción de medidas correctoras en un emplazamiento utilizado para la evacuación de residuos depende en gran medida de las normativas sobre la salud pública y el ambiente existentes. En la mayoría de los casos, las normativas están estructuradas para establecer límites según el contaminante, teniendo los contaminantes tóxicos las normas más restrictivas sobre las cantidades permitidas en el ambiente. **Sin embargo se debe señalar que las normas más restrictivas para los contaminantes tóxicos son normas de referencia.** Aunque no es posible definir la cantidad de problemas que podrían desarrollar los contaminantes en un vertedero o relleno sanitario cerrado, sí se puede definir un procedimiento a seguir para responder a un problema identificado.

¹ Para resolver esto se puede exigir que se respeten patrones estéticos.

² También puede ocurrir que se generen problemas en relación con la salud pública, presentándose enfermedades en "cachucos", "cirujas" o infecciones de animales domésticos o la propagación de enfermedades transmitidas por artrópodos como la mosca barata, etc. por sectores como anófeles o vinchuca.

Manejo y operación de un vertedero



Cuando se ha identificado que un antiguo vertedero o relleno sanitario origina problemas ambientales, es importante llevar a cabo trabajos en terreno para definir los tipos y cantidades de contaminación que provocan el problema. Las investigaciones en terreno para identificar el tipo y la cantidad de contaminantes son costosas e interrumpen la utilización que se esté dando al emplazamiento o a los terrenos afectados por la vía que pueda seguir el movimiento de contaminantes. Cuantificar el movimiento subterráneo de contaminantes desde un antiguo vertedero cerrado es costoso, porque normalmente se sabe poco o nada sobre los estratos inferiores. Por lo tanto, es prudente hacer una aproximación estructurada a la recogida de datos de campo que lleve la investigación a través de una serie de pasos, cada uno de los cuales, tendrá un objetivo concreto y un presupuesto para llevarlo a cabo. Todas estas prácticas son compartidas por la bibliografía especializada actual, pero sin embargo son muy difíciles de llevar a la práctica en su totalidad y coordinadamente en países subdesarrollados o en vías de desarrollo.

La clasificación de un vertedero cerrado o abandonado es importante para definir las soluciones concretas más adecuadas. Una vez que se ha clasificado el emplazamiento, se puede proceder con la acción correctora. Los principales objetivos que persiguen inicialmente los estudios son:

- determinar si se ha producido una emisión de contaminantes desde el relleno hacia el ambiente
- determinar si hay algún peligro inmediato para las personas residentes o que trabajan en las inmediaciones del lugar
- definir las principales recomendaciones para el sellado.

La evaluación requiere los siguientes pasos:

- Recopilación de la información existente.
- Caracterización del lugar.
- Análisis de los resultados de mediciones.
- Aplicación de criterios cualitativos.
- Prioridad para la inspección del lugar.
- Preparación del informe.
- Documentación.
- Desarrollo de la información para realizar un seguimiento más detallado.



Basándose en los resultados de la evaluación del lugar, puede optarse por una de las siguientes alternativas:

- No implementa medidas correctoras si no hay amenaza para la salud pública o para el ambiente.
- Recomendar un plan de sellado.

4.3. Implementación de soluciones ambientales en vertederos cerrados.

Las soluciones ambientales para vertederos o rellenos sanitarios de residuos sólidos urbanos abandonados, requieren acciones similares a las adoptadas para el cierre de los vertederos existentes. En general, las soluciones ambientales para vertederos cerrados son únicas, siendo esto más evidente cuando el lugar ha sido edificado o tiene otro uso provechoso. Según la gravedad de la contaminación, los usos actuales pueden verse afectados severamente llegando incluso al abandono del lugar.

Una solución completa tanto para vertederos en proceso de cierre como cerrados, en la mayoría de los casos tendrá tres etapas: la primera consiste en la eliminación en el origen, de todo o una parte importante del problema. La segunda etapa, llamada de atenuación, tiende a reducir la severidad del problema. La última etapa de supervisión, se implementa para controlar la solución con el fin de asegurarse que el problema ha sido eliminado.

- **Eliminación de los problemas en el origen.**

Los problemas más comunes en los vertederos en proceso de cierre, tienen relación con los asentamientos del relleno, la erosión de las capas de recubrimiento, las migraciones de biogás y lixiviados fuera del relleno.

Los problemas de asentamiento superficial del terreno, pueden ser solucionados de manera sencilla llevando suelos adicionales al lugar para rellenar las zonas con depresiones, repavimentando las zonas que estén afectadas cuando sea necesario, y/o protegiendo el recubrimiento contra la erosión y la infiltración.

En el caso que ocurran problemas de erosión con exposición de los residuos sólidos, las soluciones pasan por llevar suelos adicionales al lugar para rellenar los canales de erosión, instalar tuberías de metal o canales de hormigón para llevar las aguas pluviales, cruzando el vertedero hasta puntos de descarga fuera del relleno, devolver todos los residuos al lugar desde donde fueron trasladados y enterrarlos debajo de los suelos de cobertura que se dispongan para rellenar los canales de erosión. En resumen el problema de la erosión del suelo se soluciona con un costo razonable cuando el vertedero no ha sido mejorado para usos productivos.

Manejo y operación de un vertedero



En caso que se registren migraciones de líquidos lixiviados, éstos se deben interceptar antes que alcancen algún curso de aguas ó contaminen el suelo y deben ser conducidos y controlados hasta que puedan ser depurados o tratados.

Si el vertedero y el terreno circundante han sido mejorados para usos productivos, los problemas del metano y de otros gases serán los más caros de solucionar porque el equipo de perforación y las máquinas para excavar zanjas no tendrán un buen acceso a las zonas de trabajo.

- **Atenuación para reducir la severidad del problema.**

En general, se requiere una acción de atenuación de un problema de contaminación, generado por un vertedero en proceso de cierre o cerrado, cuando la solución más rápida sea difícil de llevar a cabo o, cuando para preservar la salud pública, sea necesaria una acción que no es una solución definitiva. En algunos casos, las acciones de atenuación se realizarán mientras se desarrollan las acciones de solución.

Las acciones de atenuación para la contaminación por líquidos lixiviados pueden clasificarse en tres tipos:

- Sellar el lugar para prevenir la entrada de agua a los residuos, reduciendo así la futura cantidad de lixiviados en el vertedero (un sellado típico sería una capa nueva impermeable colocada encima de la cubrición actual).
- Clausurar los pozos de agua contaminados e instalar líneas nuevas de servicio de agua para los destinos servidos por los pozos contaminados.
- Implementar equipamiento para tratar el agua proveniente del pozo, tratando la contaminación hasta conseguir niveles seguros de calidad para el agua.

La acción de atenuación para gases de los vertederos requiere la implementación de sistemas de intercepción en el perímetro del relleno con el objetivo de controlar la migración lateral del biogás. En caso que los niveles de generación del biogás sean importantes, se puede instalar chimeneas de drenaje en el relleno y explotar comercialmente el biogás extraído.

- **Supervisión de la efectividad de la Solución.**

La comprobación de la eliminación del problema de contaminación requiere que se implementen sistemas de monitoreo. El tipo y el número de puntos de monitoreo dependerá directamente del problema ambiental que se requiera resolver. Por ejemplo, un problema producido por líquidos lixiviados, necesitará de sistemas de monitoreo de las aguas subterráneas, en cambio, un problema causado por la generación de gas necesitará que se implementen sistemas de monitoreo de suelos y el aire.



Finalmente, cuando se ha demostrado que una serie de soluciones técnicas son factibles para cumplir con los requerimientos mínimos permisibles sobre contaminación, la elección de la solución, atenuación y monitoreo se deberán apoyar con los aspectos de viabilidad económica.

4.4. Metodología general de cierre y sellado.

Cuando un vertedero o relleno sanitario ha completado su vida útil, debe seguir funcionando eficazmente como una unidad para el control ambiental de los residuos, durante un largo período de tiempo en el futuro. Actualmente en América Latina se están imponiendo requerimientos más estrictos y se empieza a requerir la inclusión de un plan de cierre y sellado como parte del proceso de aprobación de un proyecto de relleno sanitario, antes de comenzar las operaciones de construcción y vertido de residuos sólidos. El plan de cierre y sellado debe contemplar todas las características del lugar e identificar las entidades responsables para implantar la clausura de las instalaciones. Normalmente, los planes de cierre y sellado desarrollados de diseñar un vertedero, se modifican durante la explotación. Por tanto, es importante poner al día cada cierto tiempo el plan de cierre y sellado.

En un plan de cierre y sellado conviene los siguientes puntos:

- Diseño de la capa de sellado.
- Sistemas de control de las aguas superficiales y de drenaje.
- Control de los gases de vertedero.
- Control y tratamiento de los lixiviados.
- Sistemas de monitoreo ambiental.

Corresponderá a los operadores del relleno sanitario, sean estos municipales o privados, la ejecución de las tareas y a los servicios de salud respectivos ejercer las funciones fiscalizadoras correspondientes.

4.4.1. Diseño de la capa de sellado.

El diseño de la cobertura final es una parte integral del plan de desarrollo del lugar y debe satisfacer dos funciones principales que se dispone sobre la superficie de un vertedero, después que éste ha finalizado su etapa de explotación:

Manejo y operación de un vertedero



- Asegurar la integridad post-clausura a largo plazo del vertedero con respecto a cualquier contaminación ambiental.
- Soportar los posibles usos posteriores que se dé al área.

Los parámetros de diseño típicos para la capa de sellado incluyen:

- Configuración del relieve.
- Permeabilidad final.
- Pendiente superficial.
- Medidas correctoras ante asentamientos en el vertedero.
- Estabilidad de los taludes.

Las soluciones constructivas que se aplican para sellar un relleno sanitario, son actualmente de variadas formas. A continuación se describirán sólo dos tipos de soluciones por considerarlas las más representativas, cuales se podrá llegar a soluciones intermedias.

La primera solución corresponde a aquella que la bibliografía especializada recomienda como el sistema típico de cobertura final empleado en países desarrollados, mientras que la segunda corresponde al sistema mínimo de cobertura final.

Todo diseño de cobertura final, debe cumplimentar requisitos de higiene, seguridad, estética y utilización del emplazamiento tras la clausura, junto con requisitos de ingeniería de permeabilidad, compresibilidad y resistencia. Esto último, principalmente para proporcionar un soporte estructural a la cubierta vegetal y soportar al menos, las cargas impuestas al lugar por el tráfico.

Para asegurar que los principios anteriores sean cautelados durante la operación de reinsercion del area, se deberán considerar, entre los principales, los siguientes aspectos relacionados con el control de la operacion:

- Control del agua introducida al vertedero asi como de la escorrentia superficial, para minimizar la generación de lixiviados y biogás.
- Protección de la población de los peligros derivados del contacto directo con algun tipo de residuo.
- Control del movimiento de gases para introducir medidas correctoras.
- Garantia de estabilidad de la cobertura e introducir medias correctoras principalmente cuando se producen movimientos del terreno.
- Minimizacion de olores desagradables.



La capa superior, capa de soporte vegetal, constituida por tierra franco-arcillosa orgánica es utilizada como soporte de la vegetación, a fin de reducir la erosión, la infiltración de la precipitación y favorecer la evaporación, a la par de cumplir adicionalmente funciones de estética.

La capa de drenaje lateral, se ubica bajo la de soporte vegetativo y está conformada por gravas de granulometría gruesa, en algunos casos reforzadas con geomallas. Su objetivo es favorecer el drenaje lateral de cualquier infiltración de agua, a través de pendientes y drenaje o tuberías para recoger el agua.

Optativamente, se puede instalar geotextil bajo el horizonte de suelo orgánico y sobre la capa de drenaje lateral subyacente. El geotextil sirve para mantener la separación entre las capas y actúa como un filtro minimizando la migración de materiales. Si los finos del horizonte de suelo migran hacia la grava, la capa del horizonte de suelo reduce su capacidad para mantener la vegetación mientras la grava reduce su capacidad de drenaje lateral. La presencia del geotextil entre estas capas reduce el riesgo de colmatación de la capa de drenaje con los finos del horizonte de suelo.

Estas dos primeras capas se justifican cuando se ha desarrollado un plan de reincorporación que contempla como alternativa la utilización de la zona como área verde. Por lo tanto, si no fuera ese el destino previsto, estas capas no se justifican.

Debajo de la capa de drenaje lateral hay una o más capas barrera, las que pueden ser del tipo geomembrana, arcillas naturales o materiales mezclados.

Estas capas representan el impedimento final para la infiltración de precipitaciones. Una recomendación importante en el diseño indica mantener la integridad de la capa barrera durante y después de los asentamientos del vertedero.

Por debajo de la capa barrera puede situarse una capa de recogida de gases utilizada para retirar los gases generados posteriormente, emitirlos a la atmósfera. Esta capa se compone de arena gruesa y grava y puede contar con tuberías.

La capa inferior en el sistema de cobertura de un vertedero es la capa sub-base que adapta las superficies irregulares e inestables. Esta capa también ayuda a la construcción de una cubierta con las curvas de nivel necesarias para favorecer el drenaje lateral y minimizar la carga hidráulica.

El sistema de cobertura puede llevar una capa de georejilla para mejorar la integridad estructural del sistema. La rejilla aumenta la capacidad de cobertura para redistribuir las tensiones y minimizar los asentamientos diferenciales. Así resulta mejor protegida la integridad de las diversas capas.

El sistema mínimo de cobertura final para el sellado, propuesto en algunas aplicaciones y que es el resultado de diversas experiencias, apunta a cubrir las mínimas necesidades para cumplir con los objetivos antes señalados, dentro de un nivel de costos que permitan su viabilidad para la realidad de nuestros países. Este sistema consiste en la colocación de una capa de suelo con un espesor mínimo de 60 cm. con características de franco arcilloso. Es preciso dejar establecido, que previo al sellado, el primer movimiento de tierra debería estar dirigido hacia el reordenamiento de los residuos que

Manejo y operación de un vertedero



se observen en el área y que no hayan sido cubiertos por la última capa de suelo dispuesta en la etapa de cierre.

Los movimientos de tierra que se ejecuten para construir el sistema de cobertura final, deberían mantener la integridad de las chimeneas que constituyen el sistema de ventilación del relleno, si estas existen. Sobre este particular, es recomendable que se realice en paralelo con los movimientos de tierra, los trabajos destinados a destapar, limpiar y habilitar la salida de las chimeneas que se dejarán como parte integrante del sistema de drenaje de gases.

Se puede evaluar anticipadamente la cobertura del vertedero, sometiendo al diseño final a un análisis ingenieril que incluya los asentamientos del vertedero, la estabilidad de los taludes y la capacidad de soporte del relleno.

4.4.2. Control de aguas superficiales.

La evacuación de las aguas superficiales, como ya se ha explicado, tiene como propósito evitar al máximo su infiltración al interior de la masa de residuos compactados, para evitar principalmente el aumento de líquidos lixiviados y gases.

Las pendientes al interior del vertedero cerrado, quedarán definidas por el diseño, pero se deberán asegurar las mínimas que permitan el escurrimiento de las aguas superficiales desde el interior del relleno hacia los puntos de evacuación que se hayan proyectado o fuera de la superficie del vertedero, en la menor distancia posible. Las pendientes mínimas se obtendrán mediante movimientos de tierra que combinen las necesidades de cobertura, las necesidades de escurrimiento del agua y las condiciones topográficas adecuadas para el uso del terreno.

Uno de los principales aspectos a cuidar es que las aguas procedentes de la lluvia y nieve escurran sobre la superficie de cubrición final sin que se produzca una erosión excesiva o una filtración. El mayor riesgo está en el estancamiento de las aguas superficiales en zonas de asentamiento del terreno. En resumen, en el diseño de las instalaciones para el control del drenaje deben incluirse los siguientes aspectos:

- Recogida y desviación de las aguas superficiales fuera de la superficie del vertedero, en la menor distancia posible.
- Selección de rutas de canalización y drenaje, para arrastrar las aguas con velocidades que eviten sedimentación.
- Uso de pendientes suficientes como para maximizar la desviación de la escorrentía superficial y a la vez minimizar la erosión.
- Especificaciones para los materiales según las características del drenaje, que permitan el arreglo y reemplazo cuando se asiente el vertedero.



Considerando que las aguas de escorrentía superficial deben ser evacuadas, se podría evaluar su aprovechamiento dirigiéndolas hacia un estanque de regulación, para su posterior aprovechamiento en el riego. De considerar esta opción, se deberán implementar las instalaciones de recogida de sólidos gruesos y decantación de finos necesarios, para evitar que estos se acumulen en el estanque de regulación.

4.4.3. Control de gases.

En los vertederos se genera una familia de gases, que dependen principalmente de la edad del relleno, del tipo de relleno, y de los sistemas de explotación del biogas. El contenido de humedad, la densidad, la granulometría, el espesor del relleno, entre otros parámetros condicionan la generación de biogas en un vertedero en particular.

El biogás de un relleno sanitario generalmente está compuesto entre un 40% a 60% en volumen por metano, y entre un 60% a 40% en volumen por dióxido de carbono. Otros gases solamente están presentes en pequeñas cantidades. El nitrógeno y el oxígeno, se presentan en porcentajes elevados en las fases iniciales de producción de biogás, cuando la producción de metano y dióxido de carbono se encuentra en niveles bajos, luego al aumentar los porcentajes de metano y dióxido de carbono, tanto el oxígeno como el nitrógeno tienden a valores cercanos a cero. Finalmente, cuando los procesos de degradación de la materia orgánica provocan el descenso de la generación de metano y dióxido de carbono, nuevamente aumenta la presencia de nitrógeno y oxígeno.

Después de cerrar un vertedero, hay que controlar los gases durante todo el tiempo que dure su generación. La responsabilidad del control de gases en la etapa posterior al cierre no suele estar definida en la normativa vigente. Sin embargo, se debe asignar esta responsabilidad a quien explote el gas generado o al responsable del relleno sanitario, que cuenta con la autorización sanitaria, en caso que la concesión de explotación llegue a su fin, o no se comercialice el biogas extraído. Los contratos deben considerar, en el caso de la explotación privada, la responsabilidad de los costos de manejo de gas en la postclausura. Corresponderá al Servicio de Salud la labor de fiscalizar que se efectúe un manejo adecuado del biogas en esta etapa.

Los sistemas típicos para controlar el gas de vertedero incluyen: pozos de extracción, tuberías de recogida y transmisión e instalaciones de antorchas y/o incineración. Generalmente, el sistema utilizado para controlar el gas de vertedero durante su etapa de explotación, se usa para controlar los gases después del cierre. Los pasos de diseño más importantes son: la selección de materiales, la ubicación y tipo de chimeneas de drenaje, la selección y colocación de válvulas y de tuberías de recogida en la cobertura final.

Los materiales utilizados en la fabricación de las tuberías deben ser flexibles, para soportar los movimientos cuando el terreno se asienta, y suficientemente fuertes como para soportar la carga de las instalaciones de extracción y recogida del gas y el paso de vehículos o maquinarias sobre la superficie.

Manejo y operación de un vertedero



En cuanto al número de chimeneas que debe mantener como criterio general un relleno sanitario con posterioridad a su cierre, definido por el radio de influencia de estas. Este radio depende de factores tales como la profundidad usada en la captación, la altura del relleno, y el tipo de cobertura, entre otros.

Un aspecto a considerar en la gestión del biogás, es la cantidad de metano producida después del cierre. Puede que los proyectistas consideren que no será suficiente para mantener la combustión. En tal caso, debe procurarse un suministro de combustible auxiliar para la incineración de los gases de vertedero, especialmente cuando el control de las emisiones de compuestos orgánico volátiles sea una preocupación importante.

Existen diferentes conceptos y métodos para ventilar un relleno sanitario. Según Tchobanouglos et al, (1994) el movimiento de los gases en un relleno, se controla para disminuir las emisiones atmosféricas, minimizar las emisiones olorosas, reducir la migración subsuperficial de gases y para permitir la recuperación de energía a través del metano. Los sistemas de control se pueden calificar como pasivos y activos.

En los sistemas activos de control del gas, se utiliza energía en forma de vacío inducido para controlar el flujo del gas. Se puede lograr el control activo de gases, creando un vacío parcial, mediante bombeo que origina un gradiente de presión hacia la chimenea de extracción.

En los sistemas de control pasivo, se controla el movimiento del biogás en el relleno mediante el uso de chimeneas y zanjas, proporcionando caminos de más alta permeabilidad que guíen el flujo de gas en la dirección deseada, mientras se está produciendo el metano y el dióxido de carbono a altas tasas. El gas extraído se quema para controlar las emisiones de metano o los compuestos orgánicos volátiles o se utiliza para producir energía.

En cualquier caso el principio fundamental de este sistema es mantener asegurada una ventilación con un material adecuado que sea resistente a la temperatura de los gases e incluso a la probable combustión que se pueda producir. La altura final de la chimenea, cuando se ha considerado un proyecto de reinserción o cuando se estima que habrá tránsito de personas o vehículos, debe estar por lo menos a 2,5 metros sobre la cota final de proyecto, para asegurar su integridad, y minimizar los riesgos por las emisiones de biogás producidas mientras ésta permanezca drenando o en combustión. Esta altura adicional se logrará mediante tuberías de acero u otra alternativa de material incombustible que sea propuesta por los proyectistas. El remate entre esta solución y la cobertura final deberá ser estanco.

Como alternativa, un segundo sistema a considerar, consiste en la interconexión de las chimeneas, de manera que se pueda emplazar un sistema de extracción de gases de tipo activo. Esta solución puede presentar ventajas desde el punto de vista estético ya que permitiría la instalación de una menor cantidad de chimeneas con antorcha para quemar los gases extraídos mediante un sistema de bombeo. El inconveniente de este sis-



tema radica en los daños que pueden ocasionar a las tuberías de interconexión lateral y al sistema de ventilación en general, los asentamientos diferenciales que se registren en el relleno.

La aplicación de este sistema deja al proyectista la posibilidad de diseñar una red interconectando chimeneas de forma que esta no cubra más allá de 150 metros. Las chimeneas que se incluyan en cada ramal de interconexión pueden quedar ocultas bajo la cota del suelo. En todo caso, las chimeneas ocultas deben considerar registros para observación. Los materiales a emplear en el sistema de interconexión deben presentar una respuesta adecuada ante la corrosión, temperatura e ignición.

En cuanto a los olores que pueden emanar desde las chimeneas, se debe señalar que los principales componentes de un vertedero que genera biogas, son el metano CH_4 y dióxido de carbono CO_2 , gases que no provocan problemas de olor (Young and Parker, 1983; y Shuput 1985). Las distintas trazas de gases que provocan problemas de olor son menores al uno por ciento (Dunn 1957 y Young and Parker 1984). Los principales factores que contribuyen a la existencia de los olores en vertederos son: la interacción de sus componentes, las condiciones meteorológicas y la humedad (Young and Parker 1984) las altas temperaturas y la inversión térmica.

Un vertedero que es bien explotado y posteriormente bien sellado para reinserción, debe provocar mínimos olores, pero en vertederos perfectamente diseñados se han detectado olores a más de 8 km. (James et, al 1985). Esto porque es difícil eliminarlos totalmente a menos que el biogas generado se quemé. La eficiencia máxima se logra comburiendo el metano presente junto a las trazas de óxidos, sulfuros y nitrógeno.

Sin embargo una buena cobertura para la recuperación o restauración del vertedero resuelve el problema en una gran parte, al ser absorbidos por éste (Rovers et, al 1978).

Para efectuar una desodorización del olor provocado por el biogas del vertedero, se puede recurrir a métodos de oxidación térmica (Frechen 1989), filtros de carbón activado (Affoyon et. al. 1979) y biofiltración (Tabasaran, 1982 y Frechen 1989).

4.4.4. Control de líquidos lixiviados.

En cuanto al manejo de los lixiviados se debe recordar que estos líquidos son formados por la interacción de un líquido, principalmente agua, sobre un residuo sólido o efluentes líquidos que se generan por la propia dinámica de descomposición del residuo. El agua toma contacto con el residuo y forma lixiviados por los caminos siguientes:

Manejo y operación de un vertedero



- Agua infiltrada a través del material de recubrimiento.
- Agua que se incorpora al relleno por elevación de los niveles freáticos subyacentes.
- Agua que circulando horizontalmente penetra por los lados del vertedero.
- Agua existente en la zona de vertidos o caída durante las operaciones del vertido.
- Agua incorporada por infiltraciones de redes de alcantarillado que incorporan el líquido al vertedero.

Siempre y cuando la pluviometría de la zona sea baja, la técnica de confinar el líquido es el sistema de más bajo costo de todos los utilizados. El sistema está relacionado directamente con la permeabilidad de las zonas de circulación de lixiviados. Se basa en fenómenos de filtración y absorción de contaminantes por materiales de grano fino, disoluciones, cambios iónicos, biodegradación en el contacto lixiviado-agua subterránea, que producen una auténtica concentración con una potencial autodepuración del lixiviado.

En zonas impermeables, se produce una aceptable reducción de los sólidos disueltos del lixiviado en cortas distancias y una gran reducción cuando el tiempo de residencia del lixiviado es grande.

Para áreas permeables, el fenómeno de confinamiento es idéntico, existiendo siempre el riesgo de saturación, por lo que es necesario reducir la infiltración o recoger parte del lixiviado producido.

Cualquier infiltración del lixiviado, implica riesgo por la alta tasa orgánica y la compleja composición de éste líquido, lo que compromete por un largo tiempo cualquier agua superficial o subterránea que se encuentre a su alcance. Además de provocar la contaminación de las aguas subterráneas, el lixiviado también puede transportar sustancias orgánicas disueltas que pueden llegar al suelo subsuperficial no saturado. Para minimizar el movimiento de los lixiviados hacia las aguas subterráneas y la emisión de los constituyentes disueltos, el recubrimiento de sellado se debe construir bajo un estricto programa de seguimiento de la calidad. La cantidad del lixiviado que se va a controlar y tratar después del cierre del vertedero, está en función del diseño de la cobertura final, de los tipos de residuos colocados en el vertedero y del clima de la región, especialmente las precipitaciones. Con una capa de sellado adecuada, disminuirá la cantidad del lixiviado.

Las instalaciones de recogida y tratamiento de lixiviados se diseñan y se construyen cuando el vertedero empieza a explotarse. Después del cierre, se utilizan las mismas instalaciones. En un vertedero cerrado, durante la fase de descomposición denominada maduración, normalmente disminuye la cantidad del lixiviado generado, así como, la concentración de DBO5 y DQO



En la Tabla, a continuación se muestran datos típicos de lixiviado proveniente de vertederos nuevos y maduros.

Constituyente	Valor, mg/lb		
	Vertedero nuevo (menos de 2 años)	Vertedero maduro (mayor de 10 años)	
	Rango ^C	Tipico ^d	
DOB (demanda de oxígeno químico de 5 días)	2.000-	10.000	100-200
COT (carbono orgánico total)	30.000	6.000	80-160
DOC (demanda de oxígeno químico)	1.500-	18.000	100-500
total de sólidos en suspensión	20.000	500	100-400
Nitrógeno orgánico	3.000-	200	80-120
Nitrógeno amoniacal	60.000	200	20-40
Nitrato	200-	25	5-10
Total fósforo	2.000	30	5-10
Ortofósforo	10-800	20	4-9
Alcalinidad como CaCO ₃	10-800	3.000	200-
	5-40		1.000
	5-100		
	4-80		
	1.000-		
	10.000		

Fuente: *Gestión Integral de Residuos Sólidos George Tchobanoglous*

La cantidad de lixiviado que genera un vertedero se puede determinar mediante un balance de aguas o utilizando modelos como HELP Evaluación Hidrológica del rendimiento del vertedero o relleno, proporcionado por EPA entre otros.

Cuando no se utiliza la recirculación de los lixiviados para que este sea confinado en la masa del relleno, requiere de un tratamiento. Ahora, como las características pueden tener variaciones muy altas, se requiere de una adecuada base de datos con características del lixiviado, para un adecuado tratamiento. A modo de información se puede resumir las principales operaciones y procesos de tratamiento biológicos y físico-químicos utilizados. Estos pueden ser:

- Procesos de contacto anaerobio
- Lecho relleno con flujo ascendente
- Reactor de platos
- Lagunas aerobias
- Lodos activados o biofiltros
- Procesos Químicos (precipitaciones u oxidación)
- Osmosis Inversa
- Intercambio iónicos

Manejo y operación de un vertedero



4.5. Controles posteriores al cierre de un vertedero.

Proponemos algunas recomendaciones que deberían tener carácter obligatorio para los entes responsables de realizar el cierre y sellado del relleno sanitario, sean estos operadores privados o municipales. Para garantizar su cumplimiento deberían estar establecidas dentro de un marco legal y reglamentario, aprobados por la autoridad competente y encargarse la fiscalización a entidades capacitadas para ello como son los Servicios de Salud.

Las recomendaciones más significativas están las relacionadas con:

- Orientaciones relativas al control del biogás generado en el relleno.
- Sugerencias para implementar sistemas de monitoreo de gases y lixiviados.
- Lineamientos generales relacionados con el manejo del agua en la superficie del relleno.
- Metodología para registrar el comportamiento deformacional del relleno.

Normalmente en la etapa de sellado se habilitan los sistemas para el control de las emanaciones del biogás y lixiviados que se generan en la masa de residuos, así como, problemas causados por asentamientos del relleno y eventuales emergencias. Estos sistemas tienen el propósito de evitar riesgos sanitarios y ambientales que se podrían producir en el relleno sanitario.

- La función de drenaje correcto del biogás que se genera en el interior del relleno, a través de las chimeneas, deberá ser verificada mediante inspecciones visuales y medidas periódicas. El propósito de estas inspecciones es comprobar que los niveles de producción de biogás se mantengan bajos y que no exista peligro de inflamación o malos olores. Por lo tanto, sólo a la luz de los resultados de un monitoreo continuo de gases se podrá definir la frecuencia con que se deben realizar las mediciones. Se debe recordar que en general, es muy difícil extrapolar resultados de un relleno sanitario a otro, debido a que las condiciones climáticas, el material de recubrimiento, el tipo y composición de los residuos depositados, y el nivel freático, entre otras características, puede variar significativamente. Cuando la generación de biogás es pequeña, éste prácticamente se diluirá en la atmósfera, en caso que esta cantidad sea alta, se deberá efectuar una quema controlada o en su defecto si el biogás se presentara en caudales significativos, se deberá proceder a una desgasificación controlada. En todo caso, de observarse cualquier aumento en la producción de biogás, se deberá consignar en el libro de obras del relleno sellado, además de solicitar la asesoría de personal especializado. Un vertedero en plena producción alcanza volúmenes superiores a 180 metros cúbicos de biogás por tonelada de residuos con un porcentaje cercano al 50 por ciento de metano a medida que el vertedero envejece y su contenido orgáni-



co degrada en condiciones anaerobias tiende a disminuir este volumen de gas encontrándose cifras cercanas a 5 metros cúbicos de biogás por tonelada de residuos remanente en proceso de degradación biológica con porcentajes de metano que no superan el 10 por ciento, en vertederos con más de los 20 años. Estos datos referenciales, dadas las condiciones particulares de anaerobiosis de cada vertedero permiten recomendar mantener chimeneas de ventilación pasiva con tomas de muestras quincenales a mensuales en vertederos sellados con menos de 5 años de edad, mensuales a trimestrales en vertederos entre 5 y 10 años de edad y semestrales a anuales a vertederos entre 10 y 30 años. Para ello, se debe tener presente la variación que pueden presentar los vertederos en calidad y cantidad de biogás generado dada la diferencia de densidad, humedad, temperatura, altura de la masa, calidad del residuo, entre otros aspectos que influyen.

- La infraestructura necesaria para realizar un monitoreo es un laboratorio que cuente con cromatógrafo y un equipo de detección de gases en terreno. También es necesario contar con un libro de obras, en el cual debe consignar las variaciones experimentadas en la generación del biogás, así como registrar otras incidencias observadas en el relleno sellado, que no necesariamente tienen relación con la producción de gas. El responsable de operar el relleno sanitario tendrá la obligación de mantener un libro de obras que esté a disposición del ente fiscalizador.

En todo caso, con respecto al cuidado de las chimeneas se puede recomendar que:

- En caso de observarse algún deterioro en el ducto de ventilación o en el área cercana al mismo, se deberá informar inmediatamente al personal encargado del mantenimiento, con el objeto de proceder a su reparación. Se deberá considerar la mantención por lo menos una vez al año de las chimeneas existentes, puesto que pueden deteriorarse por oxidación, por asentamientos o por erosión del relleno.
- Se debe considerar la colocación de puntos para la toma de muestras en las chimeneas de drenaje de gases, los cuales se deben mantener en buenas condiciones para facilitar las mediciones. Asimismo se debe asegurar que el agua en el invierno no escurra hacia el interior de las chimeneas, pues de ocurrir esto, se generaría un aumento en la producción de lixiviados y biogás, con un aumento en el riesgo potencial de contaminación. En caso de encontrarse alguna anomalía, ésta deberá registrarse en el libro de obra mencionado anteriormente.
- Es de suma importancia velar por el buen funcionamiento de los sistemas de seguridad. Esto implica que las chimeneas deberán ser mantenidas en óptimas condiciones. Por tal razón no debe impedirse que personal no autorizado las manipule. Se debe utilizar personal especializado, de forma obligatoria, para el manejo de los sistemas de seguridad.

Manejo y operación de un vertedero



- Los ductos de ventilación, pueden presentar asentamientos por la mayor degradabilidad que pueden tener en su entorno. Frente a esto se debe proceder a una inmediata nivelación y asegurar la continuidad de la tubería.

En caso que el relleno sanitario cuente con un sistema de control perimetral de biogás, se lo deberá revisar periódicamente, además de mantenerlo limpio con el fin de evitar emanaciones hacia las viviendas y áreas circundantes que pudieran generarse por falla en los drenajes y las chimeneas de evacuación.

En el área ocupada por el relleno sellado, se debe realizar una inspección visual diaria con el objeto de detectar posibles focos de emisión de biogás. En el caso de percibir emanaciones o algún olor característico del biogás, se deberá comunicar de inmediato a los encargados del lugar, para que éstos decidan si procede o no llamar personal especializado y efectuar determinaciones mediante instrumentos específicos. Igual acción se deberá emprender si éstas emanaciones son detectadas en el exterior del lugar. Se deberá realizar además registros y evaluaciones periódicas de las emisiones de biogás, entregándose la información a los encargados del relleno sellado. La periodicidad de los registros y evaluaciones estará relacionada directamente con la calidad y caudales de biogás que se midan. Se debe tomar en cuenta las recomendaciones expuestas anteriormente en función de la edad del vertedero.

- Aunque el relleno sanitario haya sido diseñado para mantener bajo control los líquidos lixiviados, no se puede asegurar que no se vayan a producir migraciones hacia la superficie o percolación hacia los niveles inferiores del terreno. Con el propósito de comprobar posibles infiltraciones de lixiviados al terreno, es conveniente realizar controles periódicos de la calidad del agua extraída desde pozos de monitoreo, que en caso de no existir, se deben instalar aguas arriba y aguas abajo del relleno sanitario. El tipo, número y la ubicación de estos pozos dependerá de cada proyecto de ingeniería en particular. En todo caso, es recomendable considerar los pozos para monitoreo de aguas en función de la topografía y altura de la masa. En vertederos con topografía plana, con un espesor de relleno considerable y napa cercana a la superficie, se recomienda considerar dos pozos de monitoreo, uno aguas arriba y otro aguas abajo del vertedero, para tomar las muestras respectivas. Se pueden incluir como puntos de muestreo todos los pozos de agua que se encuentren en zonas cercanas al vertedero. En vertederos con pendiente fuerte, y con la napa muy cercana a la superficie, se recomienda tomar muestras aguas arriba y aguas abajo del vertedero. Es conveniente considerar puntos de muestreo a lo menos cada 200 metros, desde el punto más bajo del vertedero. Se debe considerar una muestra en la línea de intercepción con cualquier curso de agua. Las muestras de agua serán sometidas a diferentes análisis en laboratorios oficiales, para determinar si de acuerdo a la legislación vigente existe algún grado de contaminación. La periodicidad de las muestras será mensual a trimestral en caso de vertederos cerrados con menos de 5 años y semestral a anual en caso de vertederos con más de 5 años desde la fecha de cierre.



- Se deberán realizar, mediciones periódicas de asentamiento del terreno, con especial énfasis en la mantención del relieve del área, esto permitirá además de controlar el comportamiento del relleno, introducir las medidas correctoras vez que sea necesario, para que las aguas lluvias escurran siempre hacia fuera del relleno y alejadas de las chimeneas. Además, se deberá registrar e informar de inmediato a los expertos sobre asentamientos bruscos, ya que pueden estar relacionados con la reactivación de procesos de descomposición en la masa del relleno, con la consiguiente generación de biogás. El conocimiento del comportamiento deformacional del área, permitirá introducir medidas correctoras en el relleno sellado. La periodicidad de las mediciones estará determinada por la magnitud de los asientos registrados.

Dadas las características del relleno, dependiendo principalmente de la composición de residuos, altura y edad del vertedero, es recomendable efectuar controles mensuales hasta el segundo año de clausura, trimestrales hasta los 5 años, semestrales hasta los 10 años de edad y anuales hasta su estabilización total.

En esta etapa se debe contar con planes de emergencia para afrontar posibles problemas como incendios, migración de gases o lixiviados hacia el exterior del relleno sanitario, inundaciones, erosión de la capa de sellado superficial, y agrietamiento, entre otros. Estos planes de emergencia deben estar diseñados para cada caso en particular y además deben considerar una respuesta rápida.

Las acciones destinadas a introducir medidas correctoras y planes de emergencia deberán ser de cumplimiento obligatorio por parte del responsable del cierre y sellado del relleno sanitario, cuando lo establezca el ente fiscalizador apoyado en normas específicas. Por tanto, se deberá contar con una reglamentación específica para el cierre y sellado del relleno sanitario.

Manejo y operación de un vertedero



Capítulo



Reinserción de vertederos.



5. Reinserción de vertederos.

Cuando concluyen los procesos biológicos naturales que producen las basuras, el vertedero se estabiliza y el espacio que ocupa puede utilizarse para otros fines comunitarios.

Toda alternativa de reinserción de un área impactada por el vertido de residuos sólidos debe satisfacer el objetivo de proteger la salud humana y del medio ambiente. Para orientar el estudio hacia esta meta se precisa establecer los objetivos específicos. En Chile se registran experiencias sobre recuperación y reinserción de antiguos rellenos sanitarios, realizadas dentro de programas previamente determinados como el Programa de Forestación Urbana del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, por lo que su destino final a parque está previamente decidido.

Según La Grega, et. al. (1996) la dificultad a la hora de seleccionar la metodología y el sistema de recuperación se explica por cuatro razones:

- Las condiciones del emplazamiento pueden ser muy complicadas.
- La recuperación no se produce inmediatamente, sino que tiene lugar durante un largo periodo de tiempo, cubriendo un número de etapas independientes.
- Puede existir un gran número de alternativas de recuperación, cada una con sus propios partidarios técnicos.
- No existen todavía experiencias suficientes que indiquen el mejor proceder.

Los terrenos recuperados con las operaciones de vertido de residuos sólidos, pueden ofrecer valiosas ventajas a la ciudad, ya que se pueden dedicar a usos recreacionales como, parques, campos de deportes; usos comerciales como estacionamientos de vehículos, el emplazamiento de edificaciones industriales y comerciales; o usos agrícola. Sin embargo, la utilización posterior que se de al relleno sanitario debe estar condicionada por su entorno y hasta cierto punto, por el grado de asentamiento y la estabilidad a que ha llegado el proceso de degradación de los desechos. Por ejemplo, un vertedero emplazado a varios kilómetros de distancia de un distrito residencial, no es adecuado para campo de juego o estacionamiento de automóviles, y otro que se espera que sufra un asentamiento rápido y desigual no es adecuado ni siquiera para cimentar pequeñas edificaciones. En todo caso, aunque no es la regla general, si antes de empezar los vertidos se decide cual será la utilización posterior del emplazamiento, se puede planificar el método de operación y el grado de compactación de los residuos sólidos, de acuerdo con las necesidades de la alternativa de reinserción elegida.

A continuación se presentan algunos criterios adoptados en trabajos de recuperación, para ilustrar lo esencial de un desarrollo metodológico de este tipo de proyectos y su proyección.

Manejo y operación de un vertedero



5.1. Usos recreacionales.

Entre las aplicaciones más populares que se da a los emplazamientos de vertederos, después que se ha cumplido su vida útil, están los parques recreativos y los campos de deportes.

Se han reportado numerosos trabajos donde los rellenos sanitarios se han utilizado como áreas de recreación y servicios sin embargo no hay una información acabada sobre el tipo de vegetación que puede adaptarse sin problemas a las condiciones adversas de un relleno sanitario.

Ya en 1972 (Duane, 1972) indica el éxito en la habilitación de canchas de golf y jardines sobre rellenos sanitarios, usando además especies arbóreas para completar el paisaje. Dentro de las especies herbáceas se recomiendan especies leguminosas y gramíneas como trébol blanco y rosado, festuca, Agrostide, Lupino, Colcua, sp. y otros.

En general, las especies con mejor desarrollo son:

- Eucalyptus globulus, Eucalipto.
- Acacia saligna, Aromo.
- Acacia caven, Espino.
- Parquinsonia aculeata, Parquinsonia.
- Robinia pseudoacacia, Acacio.
- Mesembryanthemum, sp., Rayo de sol.
- Gazania, sp.
- Rosa, sp., Rosa.
- Acer negundo.
- Fraxinus exelsior.
- Schinus molle, pimiento.
- Liquidambar stratiflua.

Los pastos que se pueden utilizar son:

- Festuca, sp., Lolium, sp., Trifolium, sp. y Cynodon.

5.2. Usos comerciales.

La alternativa de dar un destino comercial a los rellenos sanitarios, se puede consignar como una más de las utilizadas, sobre todo en países desarrollados donde antiguas zonas de vertido han quedado inmersas dentro del radio urbano. Existen varios casos, que han sido divulgados en la literatura especializada, sobre la cimentación de diversas estructuras en antiguos vertederos o rellenos sanitarios.



Al igual que en otras alternativas para el uso posterior de un antiguo vertedero o relleno sanitario, el manejo de gases y líquidos lixiviados, junto con los aspectos geotécnicos, son los principales problemas a resolver. El manejo de gases y líquidos lixiviados, se realiza de acuerdo a los sistemas convencionales utilizados habitualmente, en cambio los aspectos geotécnicos como la capacidad de soporte y los asentamientos requieren de una especial atención, para concretar con éxito esta alternativa de reinserción de rellenos sanitarios.

Dependiendo del tipo de estructura que se quiera emplazar sobre el relleno, las soluciones que se han empleado en el mundo para resolver los problemas derivados de los asentamientos y la capacidad de soporte del relleno han sido variadas, entre ellas podemos mencionar:

- La remoción de parte o la totalidad de los residuos del antiguo vertedero y su reemplazo por material de mejor calidad, que se dispone en condiciones controladas y sobre el cual se cimienta la estructura.
- El mejoramiento del relleno de residuos sólidos, recurriendo a prácticas geotécnicas como la compactación del relleno, la consolidación dinámica, la precarga o rellenos de sobrecarga.
- La cimentación profunda mediante pilotes
- La disposición de una capa de sellado superficial, de suelo de buena calidad, debidamente compactado y sobre la cual se emplaza la estructura.

Entre las estructuras de uso comercial que se han emplazado sobre antiguos vertederos podemos mencionar, las de tipo vial como estacionamientos y vías de comunicación, y las de tipo edificacional como galpones y edificios de todo tipo. En estos casos, el grado de asentamiento que se puede alcanzar, es un parámetro que reviste gran importancia en comparación con las otras alternativas.

5.3. Usos agrícolas.

Dentro de las alternativas de utilización de los rellenos sanitarios, una vez finalizados, se encuentra la vegetación tanto arbórea como arbustiva en aquellos sectores no urbanos.

Con las operaciones de cierre y sellado del vertedero y reinserción, además de un monitoreo temporal de los parámetros más significativos, las operaciones en el vertedero se considerarán terminadas.





Manejo y operación de un vertedero.





Glosario

- **Asentamiento:**

Descenso de nivel que se produce en la masa de desechos una vez colocada en el vertedero.

- **Características hidrogeológicas:**

Características pertenecientes a la lluvia y la geología local del terreno, permite estudiar el comportamiento del suelo ante la presencia del agua.

- **Celda:**

Unidad de área donde se ubican los residuos generalmente con periodicidad diaria.

- **Compactación de los residuos:**

Consiste en comprimir los residuos por medio de maquinaria especial, aunque también se produce una autocompactación de los residuos por el propio peso que ejercen entre ellos.

- **Cubierta vegetal:**

Conjunto de plantas herbáceas que de forma espontánea o por siembra crecen en una determinada superficie del terreno.

- **Cuneta:**

Zanja o canalillo que sirve para la evacuación de las aguas.

Manejo y operación de un vertedero



Glosario

- ***Drenaje:***

Sistema de desplazamiento de aguas que se oponen al estancamiento intentando con ello su deslizamiento de la forma menos violenta posible para evitar la erosión del terreno y conseguirla evacuar hacia el lugar deseado.

- ***Estación de Transferencia:***

Instalación situada en un lugar intermedio entre la recogida de los residuos y la disposición final en vertedero, para conseguir abaratar más las cargas y disminuir el costo del transporte.

- ***Impermeable:***

Material que posee la característica de no ser atravesado por un líquido.

- ***Lixiviado (Percolado):***

Líquido de alto contenido contaminante procedente de la descomposición de los residuos.

- ***Levantamiento Topográfico:***

Actividad por la cual se obtienen los datos del terreno donde se va a colocar el vertedero con la finalidad de conocer sus cotas para el posterior diseño.

- ***Material de cobertura:***

Material utilizado para cubrir la basura depositada en el vertedero con la finalidad de evitar malos olores, aparición de vectores sanitarios (moscas, ratas, etc.) o dispersión de papeles y otros objetos.



- ***Metano:***

Gas que se forma en la descomposición de la materia orgánica y que es altamente contaminante, posee un olor débil y con la luz solar reacciona violentamente.

- ***Permeabilidad:***

Propiedad que poseen los suelos por la cual pueden tener mayor o menor capacidad de retención de líquidos.

- ***Reinserción del vertedero:***

Operación consistente en la incorporación del espacio de un vertedero en otro uso alternativo generalmente con actividades terciarias (jardines, campos de deporte, etc.) una vez finalizado su actividad como tal.

- ***Sellado del vertedero:***

Operación de cierre del vertedero.

- ***Vertedero:***

Emplazamiento previsto tras estudios y destinado para evacuar los residuos producidos por uno o varios municipios.





Bibliografía

En Red de Educación a Distancia:

- Jamarillo, J., Zepeda, F. O.P.S. Wahington, D.C., Rellenos Sanitarios. 1991.
- Universidad de Chile. Departamento de Obras Civiles. Sección de Ingeniería Sanitaria. Curso sobre Técnicas de Rellenos Sanitario. Publicación , Santiago de Chile 1972.
- Programa de Gestión Urbana-PGU. Desechos Sólidos; Sector Privado/Rellenos Sanitarios. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Quito. Ecuador.

En Bibliotecas:

- AICE Consultores. "Evacuación y Disposición Final de la Basura en el Area Metropolitana de Santiago". Ministerio de la Vivienda y Urbanismo. Chile 1972.
- Alvaro, A. y Palacios, M.V. "Proyecto de Sellado y Recuperación Ambiental de los Vertederos Clandestinos de la Agrupación de Municipios A2: Alfoz de Lloredo, Comillas y Ruiloba (Cantabria)". Agencia Regional del Medio Ambiente, Presidencia del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Cantabria. 1987.
- _____ "Proyecto de Sellado y Recuperación Ambiental de los Veraderos Clandestinos de la Agrupacion de Municipios A3: Herrerías, Polaciones, Rionansa, San Vicente de la Barquera, Tudanca, Valdaliga y Val de San Vicente (Cantabria)". Agencia Regional del Medio Ambiente, Presidencia del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Cantabria. 1987.
- Bravo, D., y Montero. E. "Proyecto y Construcción de un Relleno Sanitario". Memoria para Optar al Título de Constructor Civil, Universidad Católica de Chile, Chile 1992.



- Casanovas, J. "Mejora de un Relleno de Vertidos de Residuos Urbanos". Revista Obras Públicas, Diciembre 1989, pp. 909-916.
- Casanueva, R. "Informe sobre Factibilidad Técnico - Económica de la Disposición Final de las Basuras Producidas por las 5 Comunas del Sur de Santiago (La Cisterna, San Miguel, Puente Alto, San Bernardo y La Granja), en el periodo 1970-2000". CORFO. Chile. Enero 1971.
- Cepeda, F. "Situación del Manejo de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe". Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad, OPS/OMS. Lima, Perú, 6-10 de febrero 1995.
- CONAMA-RM. "Propuesta Política para el Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios, Caso Región Metropolitana". Chile, noviembre 1996.
- Del Pozo, M. "Selección del Emplazamiento para Vertederos Controlados". Informes de la Construcción. Vol. 42, N° 412, pp. 23-40. 1991.
- Díaz, P. "Sellado de Vertederos Incontrolados en la Comunidad Autónoma de Cantabria". Revista Medio Ambiente - Retema, España, noviembre-diciembre 1991.
- Escuela de Construcción Civil. Universidad Católica de Valparaíso. Estudio del Manejo Integral de los Residuos Sólidos de la Provincia de Quillota. Chile.
- M.O.P.U. Técnicas y Servicios Urbanos S.A. Servicio de Publicaciones. Gestión de Residuos Sólidos. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid 1982.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. Gestión Integral de Residuos Sólidos. McGraw-Hill. 1994.





Actividades de Aprendizaje

1- Trabajo con Módulo y Guía

1. Considere un área de 2 há. (2.000 m²) en la que debe disponer 7 Tn./día de residuos por el método de zanjas con una profundidad máxima de 4 metros.

- Determine la vida útil del vertedero y los metros cúbicos de suelo que debió excavar. La densidad de los residuos en la zanja será de 350 Kg./m³.

- Especifique si el material de cobertura colocado en espesor de 30 cm. fue suficiente.

- Identifique los principales aspectos a contemplar en el proyecto, según el caso planteado.

2. Se desea localizar un nuevo vertedero sanitariamente controlado para su ciudad. Explique las etapas necesarias para desarrollar esta actividad de acuerdo a las condiciones de su región. Señale las fuentes a las que deberá recurrir (municipalidad, etc.) para obtener información.

3. Elabore tres argumentos a favor de la compactación de residuos en el mismo vertedero que usted piensa diseñar (Actividad N° 2) y trate de visualizar aspectos problemáticos que se pueden plantear desde distintas instituciones, personas, etc.

4. Explique la importancia del material de cobertura. En base a ello, analice la tabla "característica de los materiales de cobertura", seleccione un material que predomine en su región y evalúelo como material de cobertura en función del proyecto que planeó en la Actividad N° 2.



Actividades de Aprendizaje

5. En un vertedero con las siguientes características:

- presencia de líquidos percolados
- presencia de residuos en combustión
- existencia de olores
- presencia de aves
- existencia de celdas interconectadas
- utilización de arcilla como material de cobertura.

Indicar qué tipo de controles necesitaría dicho vertedero.

6. Señale comparativamente las características requeridas para utilizar un relleno sanitario manual o el vertedero convencional. Señale las etapas de construcción de los rellenos sanitarios y qué secuencia lógica de construcción se llevaría a cabo en el vertedero teniendo menos de 20 Tn./día de residuo.

II- Pautas para recopilar información

a- Aplique la lista de verificación para la clasificación de un sitio de disposición final en su zona.

b- Teniendo en cuenta los parámetros de diseño del vertedero de su zona, aplique el cuestionario "chequeo" (Anexo 2 "Guía para la identificación de proyectos y formulación de estudios de prefactibilidad para manejo de residuos sólidos urbanos") y elabore un diagnóstico de las condiciones del vertedero.

c- Señale los efectos ambientales más serios generados por el vertedero que visitó.

d- Qué tipo de actividades se están realizando en los alrededores de su vertedero a fin de poder complementar la futura re inserción.

Manejo y operación de un vertedero



Actividades de Aprendizaje

III- Definición de propuestas alternativas

- 1.** Qué usos le podría dar a su vertedero, según las características de la zona, una vez realizado el plan de cierre y sellado.
- 2.** Señale las principales operaciones que debe desarrollar para implementar el plan de reinserción antes señalado.
- 3.** Analice la viabilidad de construir un nuevo vertedero en su zona, señalando en un gráfico los pasos para su construcción y operación.





Pistas de auto-evaluación

1- Recuerde que la densidad es peso sobre volumen, esto le permitirá saber cuántos m³ debe extraer del suelo para colocar los residuos.

- Para la realización del proyecto verifique que se contemplen todas las etapas presentadas en el Módulo.

2- Lo importante en esta actividad es que la información que se recoja sobre el tema permita adaptar cada una de las fases a su región; por ejemplo, el plano con los límites urbanos lo encontrará en su respectivo ayuntamiento, los índices de calidad de aguas subterráneas en el respectivo ministerio, etc.

3- El análisis del proceso de compactación debe considerar el aprovechamiento de espacios para confinar el residuo sólido y la minimización de los espacios intersticiales que acumulan agua.

- También se deberán considerar las consecuencias del proceso de compactación en los asentamientos del terreno.

4- Verifique la tabla que incluye el Módulo.

- Se deberá verificar las funciones positivas para el suelo de su vertedero. Esto le permitirá realizar un análisis comparativo entre los diferentes materiales y funciones.

Manejo y operación de un vertedero



Pistas de auto- evaluación

5- Se deben realizar controles de agua, de fuego, de cobertura y compactación y se deberá definir qué tipo de construcción resulta más conveniente para ventilar este tipo de vertedero.

- El tipo de control que se disponga depende de los riesgos o problemas que pueden generarse, contribuyendo a la constitución de un vertedero incontrolado.

6- Lo principal para determinar el tipo de vertedero dependerá del volumen de residuos generados.

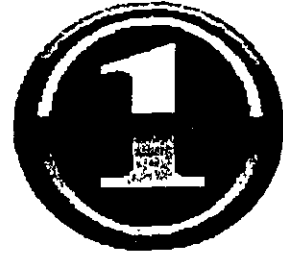
- Las etapas de construcción de un relleno sanitario asumirán particularidades de acuerdo al tamaño del vertedero.

- El método más adecuado para un vertedero es de zanja y manual.

ANEXO N° 1



A n e x o



Formularios de control de operaciones.



REGISTRO SEMANAL DE MANO DE OBRA

FORM 1

NOMBRE DEL SUPERVISOR _____

LUGAR _____

FECHA _____

FIRMA _____

IDENTIFICACIÓN DEL EMPLEADO	Dia 1		Dia 2		Dia 3		Dia 4		Dia 5		Dia 6		Dia 7		TOTALES INDIVIDUALES	Asentar causas de ausencias, hs extras a pagar, etc
	Tarea	Hs	Tarea	Hs.	Tarea	Hs	Tarea	Hs.	Tarea	Hs.	Tarea	Hs.	Tarea	Hs.		
TOTALES	X		X		X		X		X		X		X			XXXXXXXXXX

INSTRUCCIONES El supervisor debe llenar este formulario diariamente. Listar todos los empleados por separado, incluyendo ayuda temporaria. "Hs" significa las hs trabajadas diariamente. "Tarea" significa la descripción del trabajo. "Al finalizar cada semana, enviar una copia a la oficina de Personal y retener el original para uso futuro. "CT= conductor tractor (la actividad del tractor puede subdividirse: desparramar y compactar basura = DCB y operación de recubrimiento = CTR) EP= encargado de pesaje, ME= mantenimiento de equipos, MC= mantenimiento de edificios; CC= conductor de camión de recolección, C= recolector.



INFORME DIARIO DE LAS ACTIVIDADES DE DISPOSICIÓN FORM. 2

NOMBRE DEL SUPERVISOR: _____

FIRMA: _____ FECHA: _____

IDENTIF. CAMIÓN	hora pasaje	Origen de la Basura (*)	N° ruta de recolección	Volumen o peso de entrada	Peso de salida (tara)	Cantidad recibida	
						basura	Mat. de recubr.
TOTALES	X	X	X	X	X		

(*) Origen R= residencial, I= industrial, C= comercial, etc

UTILIZACION DE EQUIPOS DE RELLENAMIENTO

IDENTIF EQUIPO	horas de uso	horas parado	Gastos varios	Observaciones (anotar tipo de gasto, problemas con los equipos y otros datos de importancia)

INSTRUCCIONES. Este formulario debe ser llenado en el terreno por el operador de la balanza. La parte inferior del formulario se llenará solamente al completar la última hoja usada cada día. Este formulario debe ser enviado al Departamento de Contaduría



Manejo y operación de un vertedero.



PARTE DIARIO DE RECOLECCIÓN					FORM. 3	
Horario llegada: _____ Kilometraje salida: _____					Fecha: _____	
Horario salida: _____ Kilometraje regreso: _____					Camión n°: _____	
CONDUCTOR:			OBSERVACIONES:		Cuadrilla n°: _____	
					Tiempo neto: _____	
CUADRILLA:					Km netos: _____	
					Combustible (lts): _____	
					Marque si es anormal:	
					Temp motor <input type="checkbox"/>	
					Presion aceite <input type="checkbox"/>	
					Amperimetro <input type="checkbox"/>	
					Equipo compresor <input type="checkbox"/>	
					Frenos <input type="checkbox"/>	
					Luces <input type="checkbox"/>	
					Otros <input type="checkbox"/>	
					Marque lo que corresponda.	
					Lesion personal <input type="checkbox"/>	
					Accid Automotor <input type="checkbox"/>	
					Daños a Prop <input type="checkbox"/>	
hora de iniciacion	hora de termino	peso o volumen	ruta N°	tiempo improduc		
				horas	causa	
Volumen o peso total						

INSTRUCCIONES el conductor debe llenar este formulario cada día. el "Horario de Salida" y "Kilometraje de Salida" deben anotarse cuando el camion sale del garage a la mañana "Horario de Llegada" y "Kilometraje de llegada" se llenarán al final del día cuando el camion está de vuelta en el garage. Cuando el camion llega a la primera ruta, se anota la hora en la columna "Hora iniciación" y el número de ruta en el casillero respectivo. Cuando el camion está lleno o se deja la ruta por cualquier otra razón, se anota la hora en "Hora Terminacion". Al volver a la misma ruta, o a otra ruta (despues de un viaje de relleno), se anota la siguiente "Hora de iniciacion". En el lugar de relleno se anota el peso neto de basura recolectada. Los accidentes, lesiones o cualquier falla de funcionamiento de los equipos, deberán ser anotados en los casilleros de la derecha y deberá darse una explicación detallada en la casilla "Observaciones"

Manejo y operación de un vertedero



REGISTRO DE REPARACIONES Y MANTENIMIENTO

FORM. 4

Identificación Vehículo:

Periodo:

Desde:

hasta:

Fecha	Kilometraje	Tipo de Servicio o Reparación	Horas parado	Mano de obra / Hs.	Descripción de repuestos	Costo de Mano de Obra	Costo de Repuestos	Costos Extras	Gastos Generales	Costo Total
TOTALES		X			X					



Manejo y operación de un vertedero.



INVENTARIO DE EQUIPOS E INSTALACIONES

FORM. 5

Fecha:

Para uso de Contaduría solamente

Tipo	N° Identificación	Capacidad m ³	Modelo Año	Fabricante	Fecha de compra	Precio de compra	Vida Útil estimada	Valor recuperable	Amortización Anual	Amortización Mensual

Instalaciones	Descripción	Fecha puesta en uso	Costo Nuevo	Vida útil estimada	Otros comentarios	Amortizac. Anual	Amortizac. Men
Terreno							
Edificios							
Garages							
Caminos							
Iluminación							
Cercos							
Estudios de Terr.							
Otros							
TOTALES	X	X		X	X		

Formularios de control de operaciones.

ANEXO 1



RESUMEN DE OPERACIONES

FORM. 6

PERÍODO: desde..... al

	ITEM	Costo o cantidad durante el periodo	% de Variación respecto al presupuesto	% de Variación entre:	
				último periodo	año ant mismo periodo
TOTALES	Tonelaje Total				
	Costo Total				
	Costo Total por Tonelada				
	Costo Mano de obra por Tonelada				
	Costo Operativo Equipos por Tonelada				
	Costo Gastos Generales por Tonelada				
	Cantidad de Accidentes				
CENTRO DE COSTOS "RECOLECCIÓN"	Costo por Tonelada				
	Tonelada por horas directas trabajadas				
	Costo Operación Equipos por tonelada				
	Kilometraje promedio por hora				
	Tonelada por viaje de al relleno				
	% Tiempo con Equipo improductivo				
CENTRO DE COSTOS "DISPOSICIÓN"	Costo por Tonelada				
	Material de recubr. por ton basura				
	Toneladas dispuestas por hora/equipo				
	% tiempo con equipo improductivo				



Manejo y operación de un vertedero.



RESUMEN TOTAL DE COSTOS E INGRESOS

FORM. 7

Distrito: _____ PERIODO desde _____ al _____

ITEM	Durante este periodo	Presupuesto de este periodo	Año hasta la fecha	Presupuesto año hasta la fecha
Toneladas de basura recolectadas y enterradas				
Costo Operativo Total				
Costo Total Financiero y de Propiedad				
Costo Total				
Total Ingresos (*)				
Diferencia (ganancia o pérdida) (Superávit o Déficit)				
Costo Total por Tonelada				
Ingreso Neto por Tonelada				
Diferencia por tonelada (ganancia o pérdida) (Superávit o déficit)				

(*) Los ingresos Totales por recolección y disposición deberán incluir los cargos al usuario por recolección domiciliaria, comercial e industrial al igual que por disposición final, los que pueden determinarse por separado o también ser la parte que se adjudica a este servicio de limpieza de la tasa que pagan los usuarios en concepto de alumbrado, barrido y limpieza

Formularios de control de operaciones.

A n e x o 1

Manejo y operación de un vertedero



A n e x o



Releno sanitario manual.



Es sumamente importante formar a todos los trabajadores del servicio en las prácticas tanto de construcción, operación y mantención del relleno sanitario, como en todo el proceso de manejo de los residuos, destacando la importancia de cada actividad y el papel que ellos desempeñan.

Los mejores rendimientos se logran ofreciendo buenas condiciones de trabajo y permitiendo la participación en las decisiones.

A continuación se indican los principales pasos a seguir para la construcción y operación del vertedero:

- Preparación del terreno y construcción de obras. Limpieza y escarpe.
- Construcción de las vías de acceso interna.
- Cercado del terreno.
- Siembra de árboles a nivel perimetral.
- Construcción de drenaje periférico.
- Preparación del suelo de soporte.
- Construcción de drenajes internos.
- Preparación de ventanillas de gases.
- Construcción de la caseta e instalaciones sanitarias.
- Excavación de pozos de monitoreo.
- Diseño y ubicación del cartel de identificación.
- Adquisición de herramientas.
- Adquisición de elementos de protección de los trabajadores.
- Inicio de la operación del relleno.
- Clausura del vertedero a cielo abierto o incontrolado
- Mantenimiento permanente.
- Preparación del presupuesto anual.

Desarrollamos a continuación los principales pasos, agrupados según correspondan a infraestructura física o a infraestructura de relleno.

Manejo y operación de un vertedero



2.1. Infraestructura periférica.

Vía de acceso. Al relleno sanitario se debe llegar por una vía pública de acceso, la que debe ser una vía principal de uso permanente y que reúna condiciones de diseño aceptables.

Es necesario destacar que el tiempo empleado en el acarreo de basuras desde los distintos puntos de generación hasta el sitio del relleno sanitario, es más importante que la distancia.

Drenaje de aguas lluvias. Es importante analizar el comportamiento histórico de la precipitación pluvial del lugar para prever las características de los drenajes y las obras que se necesitan en el terreno a fin de disminuir al máximo la producción de lixiviado, producto de la incorporación directa de aguas de lluvias a los residuos dispuestos, evitándose también la contaminación de las aguas y se logrará definir las áreas de operación e instalaciones para los trabajadores.

Las aguas de lluvias que caen sobre las áreas vecinas al relleno sanitario muchas veces escurren hasta éste, causando serias dificultades de operación, por lo tanto se las debe interceptar y desviar su escurrimiento fuera del relleno sanitario, lo cual contribuye significativamente a reducir el volumen del líquido percolado y también a mejorar las condiciones de la operación. Es recomendable construir un canal en tierra o suelo-cemento de forma trapezoidal, dimensionado de acuerdo a las condiciones de precipitación local, área tributaria, características del suelo, vegetación y topografía.

El canal debe ser trazado por la curva de nivel máximo a que llegará el relleno, y deberá garantizar una velocidad máxima promedio (0.5 m/seg) que no provoque erosión excesiva.

Cartel publicitario. Es necesario la colocación de un cartel de presentación de la obra en construcción, a fin de que sea identificada por la comunidad. Es importante elegir desde el comienzo un Nombre Oficial para el Relleno Sanitario. Este nombre debe usarse en adelante, en todos los documentos y correspondencia pertinentes.



2.2. Infraestructura del relleno.

La adecuación del terreno es importante para mejorar sus condiciones y facilitar las operaciones de ingreso de los desechos sólidos, así como para la construcción de las celdas y las operaciones del relleno sanitario en general. Por lo tanto, se deben realizar las siguientes actividades:

Limpieza y desmonte. En el terreno se debe preparar un área que servirá de base o suelo de soporte al relleno, siendo por lo general necesario talar árboles y arbustos, puesto que éstos constituirán un obstáculo para la operación. Esta limpieza debe hacerse por etapas, de acuerdo con el avance de la obra, evitando así la erosión del terreno.

Tratamiento del suelo de soporte. Antes de comenzar el relleno, se debe tomar la decisión con respecto a la necesidad de remover las primeras capas de suelo la cual dependerá de la cantidad de material de cobertura disponible. En algunos casos, puede ser ventajoso dejar el terreno intacto, con el fin de usar su capacidad de absorción y filtración para remover contaminantes del percolado.

Para la nivelación del suelo de soporte y los cortes de los taludes es también aconsejable que el movimiento de tierra se haga por etapas, dependiendo de la vida útil del sitio, así la lluvia no causará erosión al terreno ni se perderá tierra que podría ser utilizada como cobertura. Por otro lado, se recomienda almacenar y conservar la cubierta vegetal de las áreas iniciales del terreno, para que a medida que se vayan terminando algunas áreas del relleno sirvan de cubierta final para la siembra de pasto o algún similar.

En la nivelación del suelo de soporte y la apertura de zanjas, se debe utilizar equipo pesado (Bulldozer o retroexcavadora), puesto que la excavación manual es demasiado ineficiente. Asimismo, debe utilizarse un equipo similar para la construcción de vías internas o extracción y almacenamiento de material de cobertura (esta última actividad se recomienda solo en periodos secos).

Cortes. Los taludes del terreno se dejan de tal manera que no causen erosión y puedan darle una buena estabilidad al relleno. Estos pueden ser desde verticales hasta 3:1 (relación avance horizontal con avance vertical, horizontal/vertical), dependiendo del tipo de suelo y los cortes de uno a tres metros. Las terrazas deben tener una pendiente del 2% hacia los taludes interiores para conducir las aguas de lixiviado a los drenajes y evitar encharcamientos cuando se usen como vías temporales de acceso. Esto contribuye también a brindar mayor estabilidad a la obra.

Manejo y operación de un vertedero



Se debe evitar construir el relleno sanitario manual "sobre" una pequeña corriente o nacimiento de agua, sin antes bajar su nivel, canalizarla y entubarla para evitar su contacto directo con el líquido percolado producido por los residuos dispuestos.

Drenaje del líquido percolado. El manejo del líquido percolado es uno de los mayores desafíos a resolver que se presentan en un relleno sanitario. En algunos casos, a pesar de contar con los canales periféricos para interceptar y desviar las aguas de escorrentía, la lluvia que cae directamente sobre la superficie del relleno aumenta significativamente el volumen del lixiviado.

Por lo tanto, es de vital importancia construir un sistema de drenaje en el terreno que servirá de base al relleno sanitario antes del depósito de las basuras. En lo posible, este sistema debe retener el percolado en el interior del relleno, para dar lugar a un mayor tiempo de infiltración y disminuir su aparición a nivel superficial. Esto tiene el propósito de evitar al máximo su tratamiento, el cual es demasiado complejo y económicamente poco factible para pequeñas localidades o municipios dado sus altos costos.

Para obtener una mayor eficiencia es recomendable construir también estos drenajes en todas las bases de los taludes interiores y exteriores de terrazas o niveles que conforman un relleno sanitario, a fin de evitar su escurrimiento por la superficie de los taludes inferiores y además interconectarlos con el drenaje vertical de gases.

El sistema de drenaje consiste en una red horizontal de zanjas en piedra, interrumpiendo el flujo continuo del percolado por medio de pantallas construidas en madera o incluso del mismo terreno. Los drenes se pueden construir de la siguiente forma:

- Se prepara el trazado por donde se ubicará el drenaje del terreno, el cual puede ser similar a un sistema de alcantarillado.
- Se excavan zanjas y se construyen las pantallas localizándolas cada 5 ó 10 m., con un ancho de 0.20 a 0.30 m., o simplemente se dejan intactos en la zanja estos pequeños espacios del suelo. Para que el percolado pueda escurrir sin rebosar las zanjas se les dará en el fondo una pendiente del 2% y un borde libre de unos 0.30 m. entre la pantalla y el nivel de la superficie.
- Se llenan las zanjas con piedras de 4" ó 6", de tal manera que permitan más espacios intersticiales libres para evitar su rápida colmatación. Una vez que se tengan las zanjas llenas con piedras, se recomienda colocar sobre ellas un material que permita infiltrar los líquidos y retener las partículas finas que los puedan colmatar. Este efecto se consigue con ramas secas de helecho, pasto e incluso hierba, las que reemplazan el geotextil.



Otra manera de construir este drenaje en la base del terreno, es utilizando neumáticos desechados con lo cual se aprovecha un material voluminoso de difícil manejo en el relleno. Una vez enterradas las llantas en sentido vertical, una junto a la otra, se coloca encima una capa de 0.20 a 0.30 m. de piedra y las ramas secas como en el caso anterior. Es de anotar que la zanja tendrá una conformación especial para recibir las llantas.

Cuando ocurran periodos de lluvias fuertes y la cantidad de lixiviado sea tal que exceda la capacidad de los drenajes en el interior del relleno, es recomendable prolongar y orientar el sistema de drenaje de las mismas características y conformar por fuera del relleno un campo de infiltración que permita por lo menos almacenar este líquido durante los días de lluvia. En este drenaje fuera del relleno pueden dejarse algunos tramos alternos entre pantalla sin efectuar el llenado de piedras. Esto se hace con varios propósitos, entre ellos:

- Estimar el volumen del percolado que sale del relleno.
- Verificar la cantidad de material sólido que se ha sedimentado, lo que nos puede indicar el momento de efectuar la limpieza del drenaje exterior del relleno.

Sin embargo, existen regiones y provincias que presentan condiciones extremas de precipitación pluvial (más de 3000 mm./año), en las que la lluvia que cae directamente sobre el área rellena en el vertedero puede generar una gran cantidad de lixiviado difícil de manejar. En estos casos, de acuerdo con los cálculos, el volumen de lixiviado que se espera puede ser tal, que incluso el terreno disponible para el sistema de drenaje que permita su almacenamiento e infiltración, sea insuficiente y/o que su construcción resulte económicamente poco factible.

Para manejar y controlar la producción de lixiviado en estos casos, se recomienda:

- Luego del cálculo sobredimensionar el sistema de drenaje a construir en el terreno en un 20%
- Construir el relleno de manera que se tengan áreas estrechas de trabajo, es decir, es preferible superponer las celdas apoyándolas sobre el talud del terreno o de celdas ya terminadas; en otras palabras, el avance se hace más en altura que en área.
- Proceder a aplicar la cobertura final e inmediatamente sembrar pasto sobre las áreas terminadas del relleno.

En las regiones donde la precipitación anual no excede los 300 mm. y se cuenta con un canal apropiado para interceptar y desviar las aguas de lluvia, se espera que no se presenten problemas significativos con el lixiviado que se produce, el cual estará en



función del tipo de residuos y de su capacidad de campo. Se recomienda, sin embargo, construir igualmente los drenajes en el suelo que sirve de base al relleno y en las terrazas que lo conforman; no obstante, el tamaño de las zanjas será menor. En caso que el suelo no permita la infiltración o que el acuífero esté siendo usado como fuente de abastecimiento en una zona cercana, se requerirá tratar el lixiviado.

Frente a la alta concentración de material sólido en el lixiviado, el tratamiento a través de procesos químicos solamente resulta demasiado costoso. Dado que el percolado de los residuos sólidos urbanos presentan características semejantes a las aguas residuales domésticas (con gran porcentaje de materia orgánica biodegradable de difícil decantación), se deben realizar estudios de tratabilidad para aplicar tratamientos biológicos con el fin de mejorar la calidad de este líquido. Entre los procesos biológicos que pueden ser utilizados en el tratamiento del percolado, destacan los procesos anaerobios y las lagunas de estabilización. Un método eficaz y económico aplicado a la fecha es la recirculación e infiltración en áreas cubiertas con eucaliptos.

Drenaje de gases. Para el drenaje de gases puede recurrirse a un sistema de ventilación en piedra o tubería perforada de concreto (revestida en piedra) que funciona a manera de chimeneas que atraviesan en sentido vertical todo el relleno desde el fondo hasta la superficie. Estas chimeneas se construyen verticalmente a medida que avanza el relleno procurando siempre una buena compactación a su alrededor. Se recomienda instalarlas cada 20 ó 50 m., con un diámetro entre 0.30 y 0.50 m. cada una, de acuerdo con el criterio del ingeniero responsable de la construcción del relleno sanitario.

Se deben interconectar los drenes, a fin de lograr una mayor eficiencia con el drenaje de líquidos y gases en el relleno sanitario.

Accesos y drenaje pluvial internos. Durante la planeación del relleno sanitario, se deben estudiar cuidadosamente los caminos de acceso dentro del relleno, ya que por el permanente desplazamiento aumenta la posibilidad de originar serios trastornos en épocas lluviosas.

Para entregar los desechos en el frente de trabajo, se acepta como vía un pequeño camino estabilizado de 6 mts. de ancho sobre terreno natural con sus respectivos drenajes, que debe mantenerse en buenas condiciones durante todo el año. La pendiente óptima podrá ser de 7 a 10%, según el estado y potencia de los vehículos recolectores de basura del municipio y si a dichas pendientes la remontan cargados o vacíos.

Aunque se acepte el hecho que en un relleno sanitario manual las vías de acceso al sitio de operación y control pueden ser rústicas, hechas en tierra, piedra y restos de demoliciones, estas vías deben mantenerse en buen estado y drenadas.



Construcciones auxiliares. Las construcciones auxiliares necesarias deberán ser pequeñas y de bajo costo, tratando de hacerlas compatibles con la vida útil prevista, puesto que entre las características de esta obra, están las de atender los requerimientos sanitarios con la máxima economía y utilización intensiva de la mano de obra en todas sus actividades, a fin de minimizar las inversiones temporales.

Se recomienda construir una cerca de alambre de púas, con un portón de entrada para darle seguridad y resguardo a la obra. Es importante impedir el libre acceso del ganado al interior del relleno, dado que aquel no sólo entorpece la operación, sino también destruye las celdas.

Es también necesaria la conformación de un cerco vivo de árboles y arbustos como aislamiento visual, pues oculta de los vecinos y transeúntes la vista de los desechos sólidos dando buena presencia al contorno del terreno, y puede servir para retener papeles y plásticos levantados por el viento. Se recomienda plantar árboles de rápido crecimiento, o en su defecto para conservar el entorno, utilizar pantallas vegetales autóctonas.

La construcción de una caseta (área de 10-15 m² aproximadamente) es importante para ser usada como: portería, lugar para guardar las herramientas, cambio de ropa (antes y después del trabajo), instalaciones sanitarias, cocina para calentar alimentos en una hornilla y resguardo de los trabajadores en caso de una fuerte lluvia. Una caseta prefabricada también puede ser adaptada y empleada para estas funciones.

El sitio debe contar con las instalaciones mínimas que aseguren la comodidad y bienestar de los trabajadores. Para conseguir lo anterior, se debe llevar agua al relleno para los servicios sanitarios; como mínimo, se requiere construir una letrina o pozo negro.

Además, en periodos secos, es aconsejable esparcir un poco de agua sobre la superficie del relleno con ayuda de una manguera, para obtener una mejor compactación y evitar la presencia de polvo.

También es conveniente preparar una zona de aproximadamente 200 m² (10 x 20) para que el/los vehículos puedan maniobrar y descargar las basuras en el frente de trabajo, sin mayores dificultades.

Operadores, los operadores deben estar provistos de todo el equipamiento necesario para actuar en un frente de trabajo de residuos. Debe estar equipado con ropa sintética aislante, botas de seguridad, guantes apropiados, mascarillas, gafas y casco.

De igual manera merece un acapite especial, señalar las normas mínimas de higiene y seguridad que debe presentar el operador, desde el aseo personal hasta su equipamiento.

Manejo y operación de un vertedero



Proyecto paisajístico. Para que el relleno sanitario se integre perfectamente al ambiente natural, no sólo la superficie final del relleno, sino también la entrada y el contorno de la obra en ejecución deben planificarse contemplando consideraciones paisajísticas.

La cobertura final compactada de 0.40 a 0.60 metros como mínimo y los drenajes de gases y aguas de escorrentías son esenciales para la vida vegetal sobre el relleno, la que se restringe a algunas especies mientras el relleno se estabiliza. Se recomienda sembrar en toda el área pasto y plantas de raíces cortas superficiales, que no traspasen la cobertura, admitiéndose también el plantío en hoyos llenos de tierra abonada.

A fin de evitar la erosión y el aumento del lixiviado a medida que se terminan algunas áreas del relleno, se recomienda realizar la plantación de pasto sin esperar la finalización de las operaciones. Esta tarea es más sencilla si al realizarse el movimiento inicial de tierras se almacena la capa vegetal del terreno.

Para planificar el avance de la obra es conveniente disponer de los planos definitivos del proyecto con sus perfiles longitudinales y transversales en los que se indique la configuración parcial de las áreas rellenadas en cada etapa. Sobre estos planos se programa la marcha de la obra, el frente de trabajo y su avance, calculando los volúmenes ocupados y las alturas de acuerdo con las curvas de nivel y cotas alcanzadas.



Manejo y operación de un vertedero.



Manejo y operación de un vertedero



MODULO CUATRO



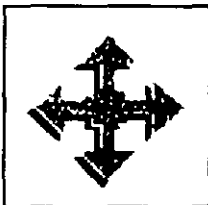
CEPAL-LPES



OPS



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CORDOBA



DEPARTAMENTO
EDUCACION A
DISTANCIA



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***



INSTITUCIONES RESPONSABLES



CEPAL-LPES

*Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación
Económica y Social (ILPES)*

Coordinación: Edgar Ortegon



OPS

*Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)*

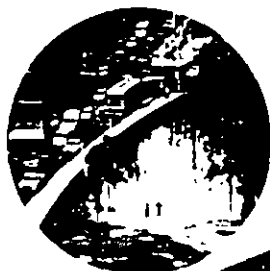
Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



U.N.C.-F.C.E.

*Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)*

Coordinación: Dalmira Pensa



AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Ilpes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero



DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES PARA LA MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección:

Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General :

Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:

Adela Coria

Marcela Sosa

Arte y Diagramación:

Santiago Druetta

Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:

Gabriela Sabulsky

María Helena Saddi

Paola Roldán

Nancy Castellano

Joel Armando

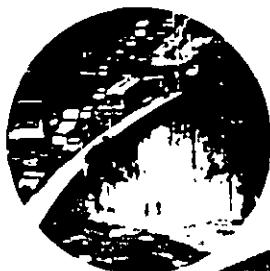
Daniela Reynoso

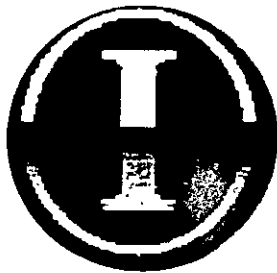
Secretaría Técnica de Educación a Distancia en

ILPES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)

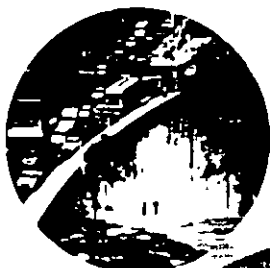
María Angelica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)





Indice

Objetivos	9
Introducción	10
Capitulo 1: Conceptos claves.	11
Capitulo 2. Metodología general del Es. I.A.	19
Capitulo 3. Identificación de elementos para la previsión de impactos.	29
Capitulo 4. Evaluación de impactos.	35
Capitulo 5. Medidas de mitigación.	45
Capitulo 6. Ejemplo de utilización de matriz de Leopold en la selección del lugar de vertido.	53
Glosario.	61
Bibliografía.	63
Actividades de Aprendizaje.	64
Pistas de autoevaluación.	66





Objetivos

- Identificar los principales componentes de una Evaluación de Impacto Ambiental.
- Reconocer los tipos de impactos más frecuentes en los diversos componentes del medio ambiente.
- Desarrollar algunos instrumentos que permiten efectuar una Evaluación de Impacto Ambiental.

Evaluación de impacto ambiental.





Introducción

En el presente módulo trabajaremos algunos conceptos considerados básicos en la Evaluación y Estudio de Impacto Ambiental. Estos estudios se conciben como un conjunto de técnicas y procedimientos preventivos para identificar, predecir, evaluar, interpretar, proponer correcciones y comunicar resultados, acerca de las relaciones de causa y efecto (positivas y negativas) entre un proyecto o programa en desarrollo y el medio ambiente físico, biológico y socioeconómico donde se lo pretende llevar a cabo. A partir de tal concepción consideramos que es un instrumento preventivo fundamental en cualquier política ambiental que pretenda reconocer interrelaciones entre factores de progreso socio-económico y la conservación del medio ambiente.

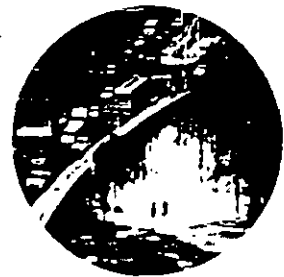
Desde una visión histórica, es en la década de los años setenta cuando se empiezan a considerar a los factores ambientales como un aspecto esencial a tener en cuenta en un proceso de inversión y con matices de transcendencia futura, aspectos que en la actualidad se consideran imprescindibles ante las manifestaciones de deterioro del medio ambiente y la creciente preocupación de diversos grupos sociales por conservar los recursos naturales y humanos, trascendiendo posturas economicistas.



Capítulo



Conceptos claves.



1. Conceptos claves.

Por tratarse de un proceso técnico, conviene tener ciertas precisiones sobre los principales conceptos que se utilizan en estos estudios.

1.1. Impacto ambiental.

Consideramos "impacto" a cualquier alteración positiva o negativa, generada a partir de la introducción en el territorio de una determinada actividad. Esta alteración sobre el medio interviene tanto en su dimensión física, sus factores bióticos y abióticos, como también en las relaciones sociales y económicas que el hombre entabla con el medio. Por tanto se trata de una alteración que conviene evaluar con el fin de diferenciar la evolución del medio con y sin la implantación de tal acción.

El grado de alterabilidad que esta actividad impone sobre las condiciones iniciales del medio, que definen el hábitat humano, es lo que podríamos denominar como "Impacto ambiental", el cual puede ser de signo positivo o negativo.

1.2. Estudio de impacto ambiental.

Lo definiremos como el procedimiento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo, tendiente a determinar los cambios que pudiera producir en el medio ambiente. Debe proporcionar antecedentes fundados para la identificación, predicción e interpretación del impacto ambiental y describir la o las acciones a ejecutar para impedir o minimizar los efectos significativamente adversos, que se pudieran preveer, sobre el entorno natural, social o cultural.

Conviene considerar que este Es. I.A. es un elemento que permite regular los usos del suelo y la ordenación territorial y debe ser interpretado como un instrumento preventivo antes que como una figura negativa u obstruccionista en cuanto permite predecir sobreexplotaciones del entorno natural y social. Así, puede resultar una herramienta necesaria para paliar los efectos forzados por situaciones derivadas de:

Evaluación de impacto ambiental.



- Carencia de sincronización entre el incremento de la población y el crecimiento de los servicios básicos que a ella se destinan.
- Mayor movilidad de la población y crecimiento de su calidad de vida, con una creciente demanda de espacio y servicios.
- Creciente manifestación de la progresiva degradación del medio natural que se concreta en, contaminación, mala gestión de recursos hídricos y atmosféricos, destrucción de paisajes, defectuosa utilización de recursos mineros, ruptura del equilibrio ecológico como consecuencia de la destrucción de determinadas especies animales, perturbaciones imputables al mal manejo de desechos, entre los más destacados.

Ante esto se necesita de una planificación que permita detener el proceso degenerativo producido por las actividades ya implantadas y una concientización de los comportamientos sociales a los efectos de lograr que futuras conductas no sigan agudizando este proceso.

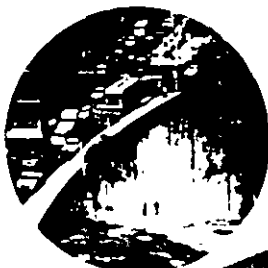
En esta concepción de Es. I.A. como instrumento preventivo, subyace la necesidad de conservar, proteger y mejorar el medio ambiente, contribuyendo a la protección de la salud de las personas y garantizando la utilización prudente y racional de los recursos naturales.

Todo ello basado en principios de:

- Acción preventiva, es decir que es preferible invertir para resguardar recursos, antes que para recuperar.
- Corrección preferentemente en la fuente misma de los ataques al medio, en lugar de acciones derivadas de decisiones posteriores.
- Quien contamina paga, para hacer recaer el costo del deterioro ambiental en quien produce un daño social con su acción.

1.3. Evaluación de impacto ambiental.

Es el procedimiento que, en base a un Estudio de Impacto Ambiental, determina si la alteración producida por una actividad o proyecto se ajusta a las normativas vigentes. Por lo general suele estar a cargo de una Comisión del Medio Ambiente o de la Comisión Regional respectiva.



Si comparamos las definiciones dadas sobre Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental, (E.I.A) observaremos que ambas demandan un estudio. Sin embargo, el Es. I.A., es previo a la realización de la evaluación.

En el presente módulo hablaremos de Es.I.A., siendo válidos todos los conceptos para la posterior E.I.A.

A partir de tal procedimiento analítico, se procura llegar a un juicio objetivo sobre las consecuencias de los impactos derivados de una determinada actividad a fin de resolver sobre su aceptación o no.

1.4. Pasos del estudio de impacto ambiental.

En una primera etapa, se trata de identificar y predecir las alteraciones que se producen con motivo del proyecto a realizar. Esta etapa consta por una parte, del análisis del proyecto, y por otra del estudio de la situación preoperacional del entorno.

En el análisis del proyecto a ejecutar se estudian los objetivos, con el fin de identificar aquellas acciones susceptibles de producir impacto. Por ejemplo: En el caso de la implantación de un vertedero, entre otras acciones consideradas como susceptibles de producir impactos podrían mencionarse:

- Tráfico de vehículos recolectores y
- Obtención del material de cobertura.

El estudio de la situación preoperacional del entorno comprende, la identificación del medio sobre el cual se producirá la modificación respecto a su estado inicial; la definición de las variables que intervienen, aquellos elementos de las variables susceptibles de ser modificados; a los efectos de hacer un inventario del medio y su valoración.

La realización del inventario es un paso fundamental, puesto que es el reflejo de la situación preoperacional del entorno y la base para identificar los posibles impactos, predecir su comportamiento y establecer el programa de vigilancia ambiental.

Estos dos pasos, es decir el estudio del proyecto a realizar y el estudio de la situación preoperacional del entorno, permitirán realizar la identificación y predicción de las alteraciones que pueden ser generadas en el entorno ambiental, económico, social y cultural.

Evaluación de impacto ambiental.



La segunda etapa no tiene un esquema rígido puesto que según el método de evaluación utilizado, los pasos pueden variar. Si sólo existe una posibilidad de acción, se realiza la valoración de sus impactos. Si hay más de una, se procede a valorar cada una y posteriormente se realiza la comparación entre ambas lo que posibilita la selección.

Finalmente **la tercera etapa** contempla la definición de medidas correctoras, la determinación de impactos residuales que tendrían lugar después de aplicarlas, un programa de seguimiento y control para vigilar la magnitud de las alteraciones registradas; y, en el caso que sea necesario, estudios complementarios, así como un plan de abandono del proyecto y/o recuperación del ambiente.

Resumiendo este proceso podríamos exponerlo como sigue:

1° etapa:

- Identificación de elementos que pueden producir alteraciones.
- Inventario del medio y valoración del inventario.

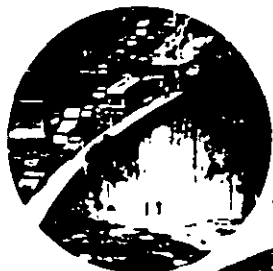
2° etapa:

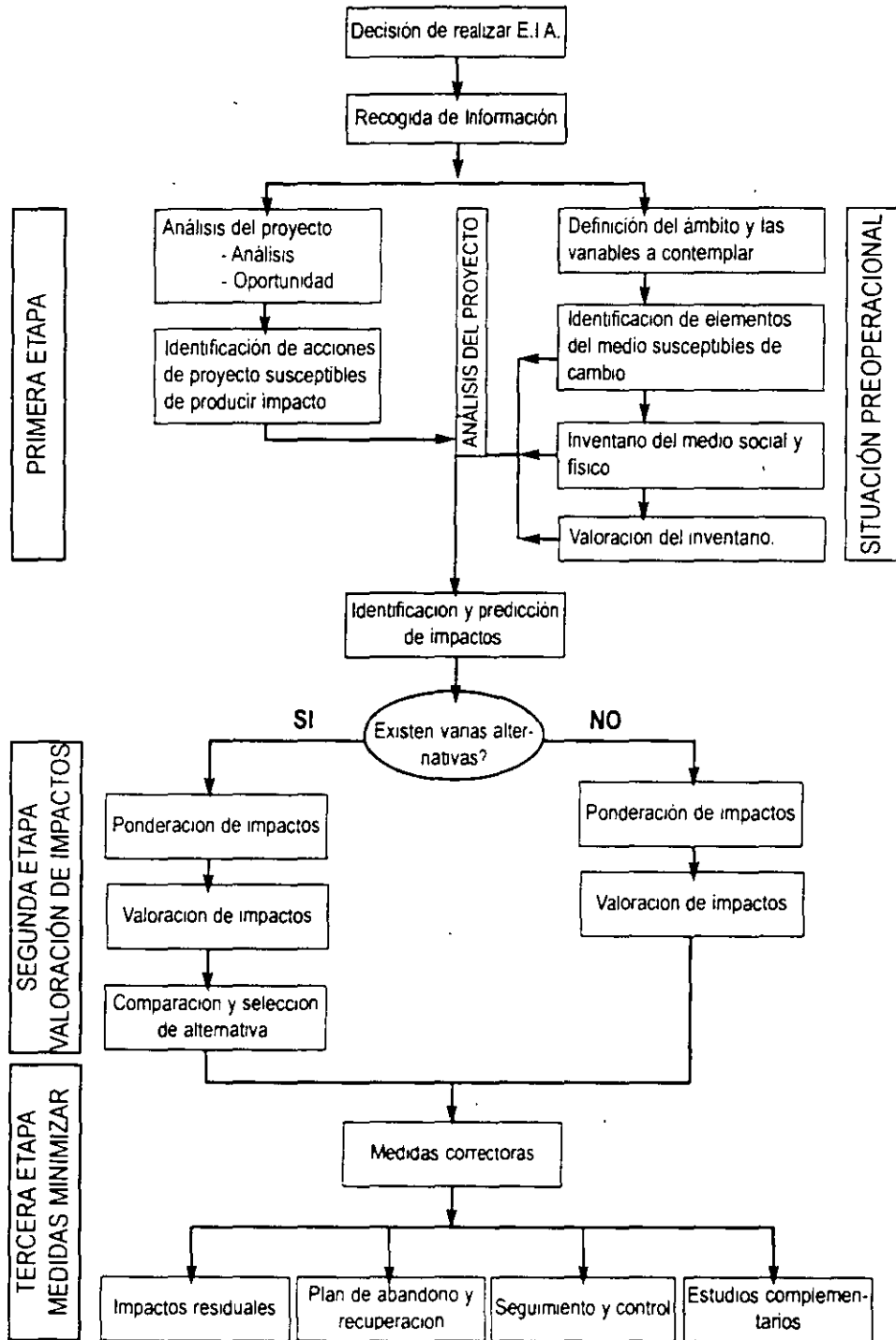
- Ponderación de impactos.
- Valoración de impactos.

3° etapa:

- Definición de medidas correctoras.

A continuación exponemos de manera gráfica los principales pasos para la realización de una evaluación de impacto ambiental, para que opere como referencia de los desarrollos que iremos haciendo sobre el tema.





Evaluación de impacto ambiental.



Capítulo



Metodología general del Es.I.A.



2. Metodología general del Es. I.A.

La metodología de un estudio de este tipo está condicionada por los objetivos que se pudieran determinar. Todo Estudio de Impacto Ambiental, y por consiguiente toda Evaluación de Impacto Ambiental puede tener como objetivos los siguientes:

- Definir y analizar los contenidos y objetivos del proyecto con especial hincapié en las posibles alteraciones medioambientales que "a priori" podrían conllevar las actuaciones previstas.
- Definir y valorar el medio físico biótico, abiótico, social y económico, en los distintos aspectos susceptibles de ser afectados por las obras planificadas.
- Prever los efectos que originarían las diferentes actuaciones del proyecto, así como evaluar su magnitud.
- Determinar las medidas correctoras, precautorias y compensatorias, que, desde una perspectiva de viabilidad técnico-económica, sirvan para minimizar los impactos que de la evaluación se hayan definido como de mayor importancia, indicando asimismo, los impactos residuales que conllevaría su aplicación.

Considerando los pasos necesarios para realizar el estudio, desarrollamos a continuación lo referido a un proceso de búsqueda de información y a la caracterización del entorno.

2.1. Búsqueda de información.

Esta labor es fundamental para la correcta elaboración del Es. I.A., es decir, es la que se constituiría en primera fase. Sin embargo, podría ocurrir que se presenten algunas dificultades para ello originadas en:

- Carencia de información, sobre las características del medio físico, biótico y abiótico e incluso del socioeconómico. Esta carencia podría ser de alguna manera paliada con la planificación de programas de investigación básica.
- Dispersión total de las fuentes de información que a este nivel existen.

Evaluación de impacto ambiental.



Estos dos aspectos hacen que se encaren diversas estrategias para la recopilación de información:

- Relevamiento de bases documentales bibliográficas.
- Consultas a centros de investigación.
- Entrevistas a grupos sociales.

Debido a la importancia de los estudios territoriales y locales se debe recurrir a las bases cartográficas existentes en la región, según las necesidades propias de cada caso. Entre las más importantes destacamos:

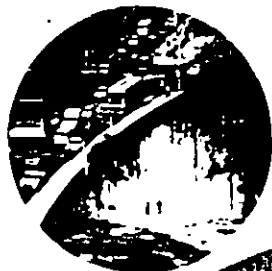
- Escalas menores de 1:1.000.000.
- Rango de escalas; 1:750.000, 1:500.000, 1:400.000, 1:200.000, 1:100.000.
- Análisis climáticos.
- Mapas de características geológicas y geotécnicas del terreno.
- Mapas Hidrológicos Nacionales.
- Mapas Tectónicos.
- Mapas de productividad forestal potencial de la Región.
- Mapas sismo estructurales de la zona en estudio.
- Mapas de vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos.
- Mapas de cultivos y aprovechamiento de tierras.
- Mapa de cuencas hidrográficas.
- Mapas climáticos.
- Mapas litológicos.
- Mapas de estados erosivos.
- Mapa de Orientación de vertido de R.S.D. (Utilizados en países desarrollados y en A.L.C. que se empiezan a confeccionar en distintos sectores).

Cada país tendrá su propio organismo donde recabar datos de esta índole que faciliten el Es. I.A.

2.2. Caracterización del entorno.

Se trata de inventariar todos los factores que caracterizan al medio físico, biótico y socioeconómico previsiblemente afectados por las obras planteadas.

A continuación detallamos los principales factores de cada uno de estos medios a tener en cuenta.



2.2.1. Medio físico.

Geología y Geomorfología.

Los efectos por la construcción de un vertedero están ligados a los movimientos de tierra y la ocupación del espacio. Entre ellos mencionamos:

- Zonas de recursos geológicos.
- Erosionabilidad de los suelos.
- Marco geológico general incluidos los contrastes del terreno.
- Factores químicos: materia orgánica, carbono-nitrógeno.
- Calidad del suelo.
- Marco geomorfológico general.
- Evolución del relieve.
- Riesgos potenciales: inundabilidad, erosión, inestabilidades.

Hidrogeología.

Considera los efectos derivados de modificaciones en los flujos de agua superficial y subterránea, impermeabilizaciones de áreas de recarga de acuíferos y cambios en la calidad del agua o sus recorridos. Consideramos:

- Cuencas afectadas.
- Red de drenaje, atendiendo al tipo y distribución de las redes de drenaje y escorrentía.
- Longitud de cauces.
- Características generales de la calidad de las aguas.
- Unidades hidrogeológicas.
- Acuíferos, con inventario de puntos de agua tales como fuentes o manantiales.
- Estudio de permeabilidades.

Vegetación.

En la definición de la situación preoperacional existen dos aspectos que deben analizarse: las formaciones vegetales presentes en el área y su composición florística.

El estudio contempla esencialmente:

- Catálogo general de especies indicadoras.
- Localización de áreas especialmente sensibles o posibilidad de incremento de riesgos. Por ejemplo incendios, o desaparición de ejemplares únicos.

Fauna.

El interés por analizar las comunidades faunísticas en un Es. I.A. radica, por un lado en la conveniencia de preservarlas como recurso y por otro, reconocerlas como un excelente indicador de las condiciones ambientales del territorio. El estudio supone la definición de catálogo de especies importantes, por tipología de ecosistemas o unidades biológicas homogéneas presentes en el área de estudio. En esencia comprende:

- Inventario de las especies y comunidades faunísticas presentes en el territorio, indicando su distribución espacial y abundancia. Hay que considerar la fonología de las especies a inventariar, con el fin de efectuar los muestreos en las épocas apropiadas.
- Localización de las áreas especialmente sensibles para las especies de interés o protegidas, como son las zonas de nidificación o invernada.

Estos catálogos básicos de fauna y vegetación son necesarios para los informes. Para ello se requiere considerar los siguientes parámetros:

Especies estacionarias, características o principales especies de paso, zonas de migración implicadas, estimación de la diversidad, complejidad de las redes tróficas, especies raras o en peligro de extinción.

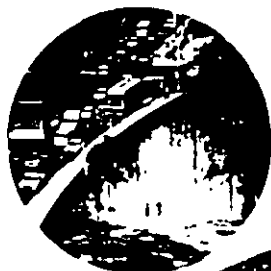
También se debe considerar la posible aparición de especies no deseadas como roedores o insectos que son transmisores de enfermedades, por lo que constituyen un problema sanitario potencial o la presencia de aves, para el caso que el vertedero esté ubicado en las cercanías de un aeropuerto, por el riesgo que supone para la seguridad del tráfico aéreo.

2.2.2. Paisaje.

La consideración del paisaje en los Estudios de Impacto Ambiental viene enmarcada por dos aspectos fundamentales: el concepto de paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de absorción que tiene un paisaje a las actuaciones que producen los proyectos de un vertedero o relleno sanitario.

El tratamiento del paisaje encierra la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo. Debido a ello, existen metodologías muy variadas, aunque casi todas coinciden en tres apartados importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

La *visibilidad* se refiere al territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinado. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como



altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc.

La fragilidad del paisaje está dada por la capacidad que tiene para absorber los cambios que se pudieran producir en él.

La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descriptos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares, etc.).

Un vertedero operativo en el que son visibles los residuos, los camiones de transporte y vertido, los compactadores y demás maquinaria, puede afectar a la apreciación por parte de la población de un área considerada anteriormente como atractiva o de alta calidad paisajística.

En general, lo señalado en los tres apartados anteriores puede inventariarse a través de los ítems siguientes:

- Descripción general del ámbito.
- Unidades homogéneas implicadas.
- Condiciones de visibilidad.
- Zonas de calidad paisajística significativa.

2.2.3. Medio social y económico.

Este inventario es el más complejo de todos, pues medio físico y social están íntimamente relacionados, de tal manera que el social se comporta al mismo tiempo como sistema receptor de las alteraciones producidas en el medio físico y como generador de modificaciones en el mismo. Se elabora mediante análisis de variables de muy diversa naturaleza, que aunque están relacionadas entre sí, podemos agruparlas en tres grandes categorías, sociológicas, económicas y urbanísticas.

Variables sociológicas.

Entre estas se considera un amplio conjunto de elementos que, bien por el peso específico que les otorgan los habitantes del ámbito de estudio, bien por su declarado interés para el resto de la colectividad, merecen un tratamiento y consideración particular, como por ejemplo:

- Población: Evolución histórica, estructura por sexo, edades, distribución territorial, etc.
- Aspectos culturales.
- Calidad de vida.
- Organismos y entidades.

Variables económicas.

Hay diversos indicadores economicos a los que se puede apelar, pero se deben considerar aquellos que resultan relevantes para determinar la incidencia de un proyecto de relleno sanitario.

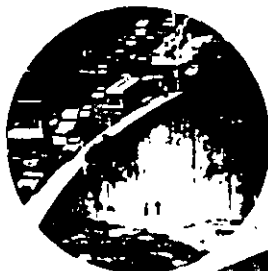
Mencionamos algunos de los que pueden estar involucrados:

- Renta.
- Nivel económico.
- Precio del suelo.
- Sectores productivos, primarios, secundarios, terciarios.
- Estructura de la población activa.

Variables urbanísticas.

Se relacionan con las disposiciones del gobierno local referidas a los asentamientos urbanos.

- Uso de la propiedad del suelo.
- Tipología de planeamiento.



2.3. Valoración y síntesis del inventario.

La realización del inventario es un paso fundamental, puesto que es el reflejo de la situación preoperacional del entorno y la base para identificar y predecir los posibles impactos y establecer el programa de vigilancia ambiental. Sin embargo, a la hora de evaluar éstos y, sobre todo, comparar alternativas, puede ser interesante valorar las unidades diferenciadas de cada componente del medio físico y socioeconómico.

Para hacer esta valoración existen diversos métodos y criterios, tal como se desprende de la información entregada en la Guía, aunque en todos ellos subsiste, en cierto modo, un componente subjetivo difícil de evitar, especialmente en lo que se refiere a la selección de los criterios de valoración. Por ejemplo aquellos métodos que dan origen a una valoración semicuantitativa en la cual las unidades se clasifican con adjetivos tales como alto, medio y bajo, o escalas similares.

Debemos decir que esta valoración pertenece a la situación preoperacional (1º Etapa de la E.I.A.) y lógicamente es anterior a la valoración o ponderación a realizar. Por ejemplo, en caso de encontrarnos con una contaminación del suelo, deberemos valorarlo previamente, ya que la realización del proyecto incide en mayor medida que si no existiera dicha contaminación.



Capítulo



*Identificación de elementos
para la previsión de impactos.*



3. Identificación de elementos para la previsión de impactos.

La estimación de impactos presenta cierta dosis de incertidumbre pues está condicionada por varios aspectos, entre ellos el escaso conocimiento sobre la respuesta de muchos componentes del ecosistema y el medio social frente a una acción determinada, la carencia de información detallada sobre algunos componentes fundamentales desde el punto de vista ambiental, la dificultad para determinar posibles desviaciones respecto del proyecto original y sus consecuencias.

A continuación se proponen unas pautas metodológicas, que permiten aproximar a este objetivo.

3.1. Identificación de factores que definen al medio y son susceptibles de recibir impactos.

Para su identificación deben considerarse los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto.

Para su determinación deben aplicarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado.
- Ser relevantes, es decir portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes.
- Referirse a efectos cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos son intangibles.
- Ser de fácil identificación, tanto en concepto como en apreciación.



3.2. Identificación de acciones del proyecto sobre el medio.

Como ya se dijo, las acciones del proyecto pueden ser variadas, así como las alteraciones que producen. A los efectos de organizarlas, se trata de diferenciar los elementos del proyecto de manera estructurada. En la tabla que proponemos a continuación, se presenta un tipo de recordatorio, pero conviene destacar que según el tipo de obra y las características del medio afectado, pueden aparecer alteraciones no incluidas en la lista o la enumeración puede resultar excesivamente exhaustiva.

Tabla N° 1: Identificación de elementos y acciones producidas.

MEDIO	ACCIONES DEL PROYECTO
CLIMA	<ul style="list-style-type: none"> - Destrucción de la vegetación. - Creación de "barrera" entre valles. - Emisiones a la atmósfera de gases procedentes de la descomposición de los residuos
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras. - Ocupación del espacio por el vertedero - Movimiento de la maquinaria. - Obtención del material de cobertura - Residuos sólidos ligeros y derrames - Movimientos de maquinaria pesada y realización de pistas
HIDROGEOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras. - Producción de lixiviado. - Desviación temporal o permanente de caudales
VEGETACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras - Emisiones atmosféricas.
FAUNA	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras - Acciones que producen eliminación de vegetación - Existencia de desechos sin cubrición. - Acciones que producen cambios en la calidad y la cantidad de las aguas
PAISAJE	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción del vertedero - Operaciones de la maquinaria pesada - Manejo de los R. Sólidos - Elementos visuales de escasa estética. (chimeneas de gases, instalaciones de control).



MEDIO	ACCIONES DEL PROYECTO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de la mano de obra ocupada. - Ubicación del vertedero - Acciones debidas a emisiones atmosféricas, ruidos y calidad estética producidas por el vertedero. - Acciones ligadas a contaminación atmosférica - Expropiación de terrenos, servidumbres

3.3. Identificación y previsión de impactos, relaciones causa - efecto.

Se trata de la identificación de impactos propiamente dicha.

Es el momento en el que se relacionan las acciones del proyecto con las alteraciones que podrían producir sobre el medio. Con ello se trata de ver la incidencia ambiental derivada tanto de la construcción como de la explotación de la obra y así valorar su importancia. En la siguiente tabla reflejamos este "cruce" de información:

Tabla N° 2: Relaciones entre acciones del proyecto y el medio ambiente.

MEDIO	ALTERACIÓN AMBIENTAL	ACCIONES DEL PROYECTO
CLIMA	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios microclimáticos y mesoclimáticos por circulación de vientos - Procesos termófilos - Efecto invernadero 	<ul style="list-style-type: none"> - Destrucción de la vegetación - Creación de "barrera" entre valles - Emisiones a la atmósfera de gases procedentes de la descomposición de los residuos.
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Destrucción de puntos de interés geológicos - Aumento de inestabilidad de las laderas - Compactación - Asientos del terreno - Deslizamientos - Erosionabilidad - Afecciones a los suelos del entorno - Eliminación de suelos 	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras - Ocupación del espacio por el vertedero - Movimiento de la maquinaria. - Obtención del material de cobertura - Residuos sólidos ligeros y derrames - Movimientos de maquinaria pesada y realización de pistas.



MEDIO	ALTERACIÓN AMBIENTAL	ACCIONES DEL PROYECTO
HIDROGEOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de calidad de las aguas - Desvios de cursos de aguas superficiales - Intercepciones de acuíferos subterráneos 	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras - Producción de lixiviado - Desviación temporal o permanente de caudales
VEGETACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Destrucción directa de la vegetación. - Degradación de comunidades vegetales. - Acumulación de partículas procedentes de la descomposición de los residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras - Emisiones atmosféricas.
FAUNA	<ul style="list-style-type: none"> - Destrucción directa de fauna y hábitat de especies terrestres - Desarrollo de nuevas especies - Efecto barrera para la dispersión o movimientos locales. - Pérdida de lugares de nidificación o enclaves sensibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras - Acciones que producen eliminación de vegetación. - Existencia de desechos sin cobertura. - Acciones que producen cambios en la calidad y la cantidad de las aguas.
PAISAJE	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidad e intrusión visual del vertedero - Eliminación de superficie - Cambios en las formas del relieve - Aumento de los ruidos - Visualización de los propios desechos 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción del vertedero. - Operaciones de la maquinaria pesada - Manejo de los R Sólidos - Elementos visuales de escasa estética. (chimeneas de eliminación de gases, instalaciones de control)
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> - Efectos en la salud por inmisión de contaminantes - Efecto sobre la calidad de vida entorno al vertedero - Cambios en la topología de la circulación del lugar - Aparición de segregadores (rescatadores, crujeas) y personal de operación en el vertedero - Pérdida de terrenos productivos - Alteraciones en la accesibilidad - Intersección de propiedades y de la actividad ganadera - Cambios en la productividad de los terrenos colindantes - Pérdida de sistemas de vida tradicional 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de la mano de obra. - Expropiaciones de terrenos - Ubicación del vertedero. - Acciones debidas a emisiones atmosféricas, ruidos y calidad estética, producidas por el vertedero - Construcción del vertedero - Acciones ligadas a contaminación atmosférica - Expropiación de terrenos, servidumbres



Capítulo



Evaluación de impactos.



4. Evaluación de impactos.

Una vez que se ha realizado el Es. I.A. a través del análisis del proyecto, el estudio de la situación preoperacional y la identificación de impactos, llegó el momento de evaluarlo a través de lo que se denomina Valoración de impactos. Para esto existen una serie de criterios y métodos.

Los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación tratan de valorar de manera conjunta el impacto global que produce el vertedero.

• Criterios.

Los criterios de valoración del impacto propuestos son variados y su selección depende en gran medida del autor y del estudio. A continuación se incluyen algunos que suelen estar entre los más utilizados en los Estudios de Impacto Ambiental.

Magnitud: se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor. Esta magnitud se suele expresar cualitativamente, aunque puede intentar cuantificarse. Un ejemplo sería el caso de la afectación de un vertedero sobre un encinar intersectado; el impacto producido por la emisión de contaminantes atmosféricos será en general de escasa magnitud, mientras que la destrucción directa por la construcción puede tener una magnitud elevada.

Signo: muestra si el impacto es positivo (+) negativo (-) o indiferente (o). En ciertos casos puede ser difícil estimar este signo, puesto que conlleva una valoración que a veces es subjetiva, como pueden ser los incrementos de población que se producen como consecuencia de la apertura de una nueva vía de circulación.

Escala espacial o extensión: tiene en cuenta la superficie espacial afectada por un determinado impacto. Este criterio puede cuantificarse en muchas ocasiones.

Duración o persistencia: conceptualmente este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto (p.e.: el impacto producido por las desviaciones de caudales puede durar sólo la fase de obras o durante toda la explotación).

Momento: fase temporal en que se produce. El criterio puede adaptarse a las etapas del proyecto (p.e.: fase de proyecto, obra o explotación) o hacer referencia a plazos temporales no ligados a aquél (corto, medio y largo plazo).



Certidumbre: nivel de probabilidad de que se produzca el impacto. Normalmente se clasifica según una escala cualitativa tal como cierto, probable, improbable y desconocido.

Reversibilidad: tiene en cuenta la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial. Muchos impactos pueden ser reversibles si se aplican medidas correctoras, aunque el elevado coste de muchas de ellas los hacen irreversibles.

Sinergia: hace referencia a la acción conjunta de dos impactos, donde el impacto total es superior a la suma de los impactos parciales. Un ejemplo es el efecto sobre la vegetación de contaminantes atmosféricos, como son el NO, y el SO.

Presencia de medidas correctoras: especifica si a un determinado impacto se le puede aplicar medidas correctoras y en qué grado.

En la mayoría de los casos estos criterios de valoración de impactos suelen aplicarse de un modo cualitativo (p.e.: alto, medio, bajo), aunque en otros es posible llegar a una cuantificación.

• **Métodos de evaluación.**

Existe un amplio abanico de metodologías de evaluación, algunas derivadas de los estudios de ordenación del territorio y otras diseñadas específicamente para los Estudios de Impacto Ambiental. Estas metodologías van desde las más simples, en las que no se pretende evaluar numéricamente el impacto global que se produce, sino exponer los principales impactos, a otras más complejas en las que, a través de diferentes procesos de ponderación, se intenta dar una visión global de la magnitud del impacto.

Listas de revisión: este método es el más simple de los que se utilizan normalmente y consiste en comprobar los impactos que puedan producirse a través de las listas de referencia existentes al efecto. Es importante destacar que estas listas de referencia, por muy completas que sean, siempre pueden tener omisiones, por lo que conviene considerar que cada estudio es un caso concreto y que se pueden producir impactos no incluidos en estas listas.

Métodos matriciales simples: consisten en relacionar, por un lado, las acciones del proyecto que pueden causar alteraciones y, por otro, los componentes del medio físico y social afectados. En su forma más simple, estas matrices sólo identifican impactos, aunque pueden complejizarse mediante los distintos criterios de valoración explicados anteriormente. Asimismo, estas matrices pueden elaborarse con criterios gráficos, de modo que su visualización permita identificar de un modo rápido y claro los principales impactos y las acciones del proyecto que los producen.



Superposición de transparencias: ha sido aplicado principalmente a los estudios de ordenación territorial, aunque también es utilizable en los Estudios de Impacto Ambiental. Consiste en superponer, sobre un mapa del área de estudio, transparencias coloreadas que indiquen el grado de impacto para determinados factores. Este método tiene la ventaja de la representación espacial de los impactos; su eficacia puede aumentarse mediante el uso de ordenadores con entradas y salidas gráficas.

Métodos matriciales complejos: estas matrices causa-efecto son similares a las expuestas anteriormente, y también en ellas se establecen criterios de valoración de los impactos. La más conocida es la de Leopold.

Existen otros modelos que permiten evaluar la magnitud de un impacto como:

- Modelos de difusión y dispersión atmosférica.
- Modelos de difusión y dispersión de efluentes líquidos.
- Modelos de auto depuración de aguas.
- Modelos de indicadores de tolerancia o sensibilidad de ecosistemas.
- Modelos de valoración de elementos de apreciación objetiva.
- Modelos de indicadores sociales y económicos.

Si bien algunos de estos métodos están desarrollados de manera exhaustiva en la guía que acompaña a estos materiales, a continuación describiremos brevemente en qué consisten cuatro de los métodos de evaluación de impacto muy utilizados, ellos son la Matriz de Leopold, las Redes de Interacción, la Superposición de Transparencias y el Sistema de Battelle - Columbus.

4.1. Matriz de Leopold.

Esta metodología indica la construcción de una cuadrícula con una lista horizontal de actividades de un proyecto contra una serie de columnas donde se colocan los factores ambientales. Es pues, un cuadro de doble entrada o matriz de interacción. La matriz sirve fundamentalmente para identificar impactos y su origen, sin proporcionar un valor cuantitativo del impacto. Permite sin embargo, estimar la importancia y magnitud de ese impacto con la ayuda de un grupo de expertos y otros profesionales implicados en el proyecto. La matriz propone un listado de 100 acciones de un proyecto que pueden causar impactos ambientales, las que se contraponen a otro listado de 88 características ambientales relevantes. Esta combinación produce una matriz con 8800 casilleros de interacciones posibles. En cada casillero, a su vez se distingue entre magni-

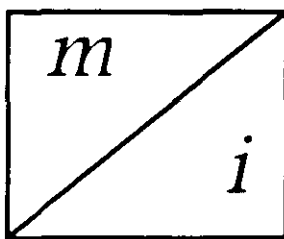


tud e importancia del efecto, a través de una escala que va de uno a diez. Todo esto produce un total de 17.600 números a ser interpretados. Debido a la evidente dificultad de manejar tal cantidad de información, a menudo se la utiliza en forma parcial o segmentada, restringiendo el análisis a los efectos considerados de mayor importancia.

En el título 7 desarrollamos un ejemplo de utilización de una matriz reducida.

En la construcción de una matriz de Leopold se siguen una serie de pasos que se describen a continuación:

- Selección de todas las acciones (ubicadas horizontalmente) que forman parte del proyecto en estudio.
- Para cada acción del proyecto previamente identificada, se coloca una línea diagonal en el casillero de intersección con cada característica ambiental donde es posible un impacto. Esta división del casillero en dos áreas tiene por objeto separar la evaluación de la magnitud, de la importancia del impacto. Los casilleros que permanecen vacíos revelan que no hay impacto.
- Habiéndose completado la matriz, en el extremo superior izquierdo de cada casillero con diagonal, (*m*) se estima la magnitud del impacto con una nota de 1 a 10. Se entiende que 10 representa el mayor impacto y 1 el menor. Delante de cada valor, se coloca un signo + si el impacto es positivo.
- En el extremo inferior derecho de cada casillero con diagonal, (*i*) se coloca una nota de 1 a 10 para calificar la importancia del posible impacto, con 10 como valor mayor y 1 como menor.



- El informe de la matriz consiste en una discusión acerca del significado de estos impactos, señalando los casilleros con valores mayores, así como las columnas y filas con mayor número de impactos identificados.



4.2. Redes de interacción.

Este método trata de relacionar de un modo gráfico las causas con los efectos primarios, secundarios y de otros órdenes. Las dos condiciones para incluir un eslabón en la cadena son cuestionar la probabilidad y la importancia de que se produzca esta condición de cambio. Como columnas finales de este método se suelen incluir la importancia de los efectos finales y las medidas correctoras.

Esta técnica es útil porque pone de relieve la interacción entre los distintos componentes, aunque en proyectos grandes suele ser excesivamente compleja y difícil de visualizar.

4.3. Superposición de transparencias.

Se trata de superponer sobre un mapa del área en estudio, una serie de transparencias de la misma zona donde se marcan con códigos de color y símbolos los grados de impacto previsible de cada subzona. Cada transparencia se dedica a un factor ambiental y la gradación de tonos de color puede ser utilizada para dar idea de la mayor o menor magnitud del impacto.

Metodológicamente se opera según:

- a) División del área de estudio en unidades homogéneas.
- b) Recogida y análisis de datos de cada unidad.
- c) Elaboración de transparencias para cada factor ambiental y cada alternativa.
- d) Superposición de transparencias

La densidad de símbolos y colores sobre determinadas áreas dará idea de los grados y tipos de impacto y su ubicación en el mapa bajo análisis.

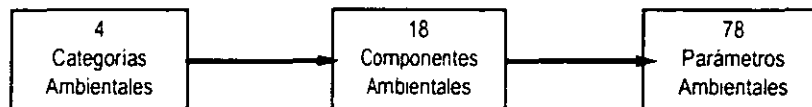
Nos encontramos ante una metodología cuyas técnicas son subjetivas y requiere de alta expertez en la preparación y práctica de evaluación.



4.4. Sistema de Battelle - Columbus.

Este sistema de evaluación de Battelle (la lista de escala y pesos más conocida), fue elaborado por los Laboratorios de Battelle - Columbus, por encargo de la Oficina de Protección Ambiental de lo Estados Unidos de Norteamérica (EUA/EPA), y se centró principalmente en la planificación de la gestión de recursos de agua pero es aplicable a muchos otros proyectos con la misma eficacia. Se desarrolló para evaluar todos los impactos ambientales asociados a la ejecución de un proyecto o para comparar diversas alternativas de proyectos a través de índices cuantitativos.

Esta técnica consiste en la selección de 78 "parámetros cuantitativos considerados los más importantes y susceptibles de ser afectados por el proyecto". Estos parámetros se tipifican según 18 "componentes ambientales" y se agrupan en 4 "categorías ambientales".



Los criterios para la selección de los parámetros son:

- que representen la calidad ambiental,
- que sean fácilmente medibles,
- que estén afectados por el proyecto,
- que pueda predecirse y evaluarse el impacto sobre ellos.

Para operar con esta técnica se asigna a los parámetros una Unidad de Impacto Ambiental (UIA), dando a los datos una equivalencia en índice de calidad ambiental y ponderando la importancia relativa del parametro dentro del ambiente.

El cálculo de las UIA se obtiene como resultado de multiplicar el índice de calidad ambiental (CA), que varía entre 0 y 1, (según sea pésimo u óptimo) por la ponderación que le haya correspondido según la importancia dentro del sistema global (UIP), de manera que:

$$UIA = CA \times UIP$$

Estas unidades se calculan en situación con y sin proyecto a fin de determinar el efecto neto producido por el proyecto.

Entre las ventajas en este sistema esta su relativamente fácil implementación y la posibilidad de identificar puntos críticos en los que deben entreverse los estudios a fin de minimizar los efectos negativos del proyecto.



En el cuadro que proporcionamos a continuación pueden apreciarse las cuatro categorías ambientales en las columnas, los 18 componentes ambientales y debajo de cada uno de ellos las categorías ambientales que comprenden.

Tabla N° 3: Distribución del impacto ambiental en los distintos ámbitos.

IMPACTOS AMBIENTALES			
ECOLOGÍA ¹	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	ASPECTOS ESTÉTICOS	ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO
Especies y Poblaciones Terrestres ² • pastizales y praderas ³ • cosechas • vegetación natural • especies dañinas • aves de caza continentales Acuáticas • pesquerías comerciales • vegetación natural • especies dañinas • pesca deportiva • aves acuáticas Hábitats y Comunidades Terrestres • cadenas alimentarias • uso del suelo • especies raras y en peligro • diversidad de especies Acuáticas • cadenas alimentarias • especies raras y en peligro • características fluviales • diversidad de especies Ecosistemas • solo descriptivo	Contaminación de Agua • pérdidas en las cuencas hidrográficas • DBO • Oxígeno disuelto • coliformes fecales • carbono inorgánico • nitrógeno inorgánico • fosfato inorgánico • pesticidas • pH • variaciones de flujo de la corriente • temperatura • sólidos disueltos totales • sustancias tóxicas • turbidez Contaminación Atmosférica • monóxido de carbono • hidrocarburos • óxidos de nitrógeno • partículas sólidas • oxidantes fotoquímicos • óxidos de azufre • otros Contaminación del suelo • uso del suelo • erosión Contaminación por ruido • ruido	Aspectos Estéticos Suelos • material geológico superficial • relieve y caracteres topográficos • extensión y altitud Aire • olor y visibilidad • sonidos Agua • presencia de agua • interfase suelo y agua • olor y materiales flotantes • área de la superficie de agua • márgenes arboladas y geológicas Biota • animales domésticos • animales salvajes • diversidad de tipos de vegetación • variedad dentro de los tipos de vegetación Objetos artesanales Composición • efectos de composición • elementos singulares	Valores Educativos y Científicos • Arqueológico • Ecológico • Geológico • Hidrológico Valores Históricos • arquitectura y estilos • acontecimientos • personajes • religiones y culturas • "Frontera del Oeste" Culturales • Indios • otros grupos étnicos • grupos religiosos Sensaciones • admiración • aislamiento/soledad • misterio • integración con la naturaleza Estilos de vida • oportunidades de empleo • vivienda • interacciones sociales

¹ Corresponde a las categorías ambientales - ² Componentes - ³ Parametros



Capítulo



Medidas de mitigación.



5. Medidas de mitigación.

Las medidas preventivas o correctoras para reducir o eliminar los impactos generados por un determinado proyecto parten de la premisa que siempre es mejor no producirlos que establecer su medida correctora. En efecto, las medidas correctoras suponen un coste adicional que, aunque en comparación con el importe global del proyecto suele ser bajo, puede evitarse si no se produce el impacto, a esto hay que añadir que en la mayoría de los casos las medidas correctoras solamente eliminan una parte de la alteración.

Por otro lado, ya se ha destacado que parte de los impactos pueden reducirse en gran medida con un diseño adecuado del proyecto desde el punto de vista medioambiental y un cuidado durante la fase de obras. Con las medidas correctoras este aspecto es igualmente importante, puesto que su aplicabilidad va a depender de detalles del proyecto, tales como el acabado final de los movimientos de tierras, colocación de los residuos, cierre y sellado del vertedero.

De esto se desprende que las medidas de mitigación consisten en la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y/o acción tendientes a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto, además de mejorar la calidad ambiental.

En este sentido conviene destacar la conveniencia de realizar las medidas correctoras lo antes posible a fin de evitar impactos secundarios no deseables como podría ser la erosión de taludes descubiertos de vegetación.

Una vez detectados los impactos adversos, han de ser analizados con el fin de conseguir que no violen normas, criterios o políticas de protección y conservación del medio ambiente en vigencia, para lo cual deben establecerse medidas de mitigación antes de que se apruebe la concreción del proyecto a ejecutar.

Estas medidas de mitigación no deben ser consideradas como un simple requisito adicional resultante del proceso de la Es. I.A, sino como una parte integrante del ciclo de vida del proyecto, elaboración, ejecución y terminación.

Evaluación de impacto ambiental.



5.1. Alternativas.

En un principio podemos establecer como medidas de mitigación las siguientes acciones:

- **Evitar** el impacto a través de la suspensión de parte o de todo el proyecto. Para esto, se requiere impedir durante todo el ciclo del proyecto la realización de actividades que puedan derivar en impactos adversos.
- **Minimizar** los impactos delimitando la magnitud del proyecto. Ello implica restringir el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto negativo.
- **Rectificar** el impacto a través de reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado.
- **Preservar** de acciones que puedan afectar adversamente un recurso o atributo ambiental.
- **Restaurar** el recurso afectado, a su estado inicial. Este podría considerarse el caso extremo de la rectificación o rehabilitación.
- **Eliminar** o reducir el impacto a través del tiempo, por la implementación de medidas de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- **Compensar** el impacto producido por el remplazo o sustitución de los recursos afectados.

Este último planteamiento se considera limitado y es el menos recomendable ya que su enfoque va dirigido únicamente a disminuir la severidad de los impactos adversos, pero la tendencia es no solo disminuir los impactos adversos sino no producirlos.

5.2. Descripción de las medidas correctoras.

Podemos agrupar las medidas correctoras orientadas a reducir los impactos que se producen en el desarrollo de un vertedero según su aplicabilidad a las diferentes variables del medio físico y social. Para ello desarrollamos una tabla de medidas correctoras con carácter informativo, referidas a la implantación de un vertedero controlado:



Tabla N° 4: Descripción de medidas correctoras para diferentes alteraciones.

MEDIO	ALTERACIÓN AMBIENTAL	MEDIDAS CORRECTORAS
CLIMA	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios microclimáticos y mesoclimáticos por circulación de vientos. - Procesos termófilos. - Efecto invernadero 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorear periódicamente las fluctuaciones climáticas y las consecuencias de éstas
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Destrucción de puntos de interés geológicos - Aumento de inestabilidad de las laderas. - Compactación - Asientos del terreno - Deslizamientos. - Erosionabilidad - Afecciones a los suelos del entorno - Eliminación de suelos 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño apropiado del vertedero - Cuidado con las operaciones de la maquinaria pesada, optimizando su movimiento y tránsito en la zona y colindantes - Medidas para evitar riesgos de deslizamientos de la masa de vertidos o de las laderas. - Medidas exhaustivas de la cantidad de material de cobertura necesario
HIDROGEOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de calidad de las aguas - Desvíos de cursos de aguas superficiales - Intercepciones de acuíferos subterráneos 	<ul style="list-style-type: none"> - Situar el vaso del vertedero a una distancia prudencial de la capa freática - Minimizar las interferencias con los flujos de aguas subterráneas, manteniendo la tasa de infiltración en las zonas de recarga. - Tomar medidas preventivas durante la fase de construcción con los vertidos a los cauces fluviales. - Impedir el vertido de aceite y grasas procedentes de la maquinaria - Utilización de un correcto sistema de manejo del lixiviado - Tratamiento del líquido percolado almacenado en las balsas - Formular planes de emergencias para vertidos peligrosos ocasionales - Impermeabilización total del vertedero - Probar periódicamente las redes de drenaje de las aguas superficiales que bordean la zona de vertido, así como la red de drenaje de lixiviados - Monitorear los pozos próximos al vertedero y los flujos de agua aguas arriba y abajo - Recuperar la cobertura edáfica superficial. - Monitorear los suelos circundantes para detectar contaminaciones.



MEDIO	ALTERACIÓN AMBIENTAL	MEDIDAS CORRECTORAS
VEGETACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Destrucción directa de la vegetación - Degradación de comunidades vegetales - Acumulación de partículas procedentes de la descomposición de los residuos 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar plantaciones sensibles cerca del vertedero - Efectuar plantaciones en zonas no operativas.
FAUNA	<ul style="list-style-type: none"> - Destrucción directa de fauna y hábitat de especies terrestres - Desarrollo de nuevas especies. - Efecto barrera para la dispersión o movimientos locales. - Pérdida de lugares de nidificación o enclaves sensibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar vallas para evitar la entrada de animales al vertedero. - Controlar proliferación de vectores como (moscas, ratas, etc.) - Efectuar la cobertura diaria de los desechos
PAISAJE	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidad e intrusión visual del vertedero. - Eliminación de superficie. - Cambios en las formas del relieve - Aumento de los ruidos - Visualización de los propios desechos 	<ul style="list-style-type: none"> - Plantaciones de vegetación en zonas no operativas. - Efectuar la cobertura diaria de los desechos - Vallado de la zona de vertido - Suavizar las pendientes de los taludes y terraplenes. - Construcción de muretes de tierra o pantallas arbóreas, así como cubrición y revegetación de sectores del vertedero ya completados.
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> - Efectos en la salud por inmisión de contaminantes. - Efecto sobre la calidad de vida entorno al vertedero - Cambios en la tipología de la circulación del lugar - Aparición de segregadores (rescatadores, cirujas) y personal de operación en el vertedero - Olores - Incremento de niveles sonoros continuos y puntuales - Pérdida de terrenos productivos - Alteraciones en la accesibilidad - Intersección de propiedades y de la actividad ganadera - Cambios en la productividad de los terrenos colindantes - Pérdida de sistemas de vida tradicional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar acciones compensatorias - Utilización de la mano de obra local - Reposición de servidumbres de paso, eliminadas por la ubicación del vertedero. - Medidas de planificación - Compensación económica por las expropiaciones de los terrenos de vertido - Articulación de medidas compensatorias - Reposición de los servicios



Sobre los impactos positivos.

Los impactos positivos son aquellos factores del entorno natural, social, económico y cultural, que debido a la implantación de la actividad han mejorado. Para mantener esto, se pueden realizar las siguientes actividades sobre los mismos con el objetivo de maximizarlos:

- a) **Mejorar:** Incrementar la capacidad de un recurso existente con respecto a sus funciones ambientales. Utilizando una amplia gama de acciones técnicas para el diseño y la administración del mismo.
- b) **Aumentar:** Incrementar el área o tamaño del recurso ambiental existente.
- c) **Desarrollar:** Crear recursos ambientales específicos en un área donde actualmente están ausentes.
- d) **Diversificar:** Incrementar la mezcla o diversidad de hábitats, especies, u otros recursos ambientales en un área circunscrita.



Capítulo



*Ejemplo de utilización de matriz de Leopold
en la selección del lugar de vertido.*



6. Ejemplo de utilización de matriz de Leopold en la selección del lugar de vertido.⁴

Un municipio situado en la costa, tiene tres posibles lugares de ubicación para el vertido de sus residuos. Lugares denominados como I, II, III, de los que se ha recogido la siguiente información:

El lugar I se encuentra en terrenos permeables; existen pozos de agua, hay zonas arboladas, cultivos cercanos, comunicaciones aceptables.

Atento a estas características se elabora una matriz de Leopold reducida que queda determinada de la siguiente forma:

Como se observa, se han determinado las acciones que pueden causar efectos ambientales y los factores ambientales susceptibles de verse afectados.

Las acciones determinadas han sido:

- Alteración de la cubierta terrestre.
- Alteración de la hidrología.
- Alteración del drenaje.
- Construcción de carreteras y caminos.
- Construcción de barreras y vallado.
- Alteración del paisaje.
- Tráfico de camiones.
- Vertido de residuos municipales.

Los factores ambientales detectados han sido.

- Agua:
 - Continetales.
 - Marinas.
 - Subterráneas.
 - Calidad.
- Atmósfera.
- Flora.
- Fauna.
- Usos del territorio:
 - Recreativos.
 - Servicios.
- Relaciones e infraestructura.

⁴ Ejemplo desarrollado por la profesora María Teresa Esteban Bola en el Curso CIFA, desarrollado en España



Con estas acciones y factores, se construyen las tres matrices correspondientes.

Respecto de los factores ambientales con mayores impactos podemos ver, en la alternativa **Lugar I**, en la fila de las aguas subterráneas, las columnas de alteración del drenaje (con 6 en magnitud y 8 en importancia) y vertido de residuos municipales (con magnitud e importancia de 7 en una escala de 1 a diez), en la fila de calidad del agua las acciones más impactantes están en las mismas columnas mencionadas anteriormente, alteración del drenaje y vertido de residuos municipales, con magnitud e importancia de 7 en una escala de uno a diez.

Estos antecedentes permiten estimar un comportamiento de las variables bajo análisis que se expresa en la siguiente matriz:

MATRIZ LEOPOLD REDUCIDA LUGAR I			ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIEN-										
			MODIFICACIÓN DEL REGIMEN			TRANSF DEL TERRITO- RIO Y CONSTRUCCION		ALTER DEL TERRENO	CAMBIO S TRAFICO	S Y TRAT RESIDUOS			
			ALTERACION CUBERTA TERRESTRE	ALTERACION HIDROLOGIA	ALTERACION DRENAJE	CARRITERAS Y CAMINOS	BARRERAS INCLUIDO VALLADOS	PASAJE	CAMIONES	VERTIDO DE RESIDUOS MUNICIPALES			
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS	AGUA	CONTINENTALES										
		MARINAS											
		SUBTERRANEAS											
		CALIDAD										7/7	
	ATM	CALIDAD											
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	ARBOLES										
		COSECHAS											
		FAUNA	ANIMALES TERR										
	FACTORES CULTURALES	USO DEL TERR	ESP AB SALV										
			AGRICULTURA										
			Z RESIDENC										
		RECREA TIVA	CAMPING										
			EXCURS TUR										
	SERV E INFRAEST	RED DE TRANS											
		ELIMINAC DE R S											
RELAC ECOLÓG	VECT ENF INSECTOS												

■ IMPACTOS NEGATIVOS ■ IMPACTOS POSITIVOS



Evaluación de impacto ambiental.



A partir de la determinación de acciones o actividades del proyecto, se observan los impactos ambientales. En este caso hay acciones que no inciden ni positiva ni negativamente sobre los factores ambientales de agua continental y marina, ya que atento a las consideraciones dadas en el enunciado sobre la ubicación de esta opción, no se encuentra cercanía de este tipo de aguas, por ello en los respectivos casilleros no hay marcaciones. Si se deben considerar las aguas subterráneas y su calidad puesto que el vertido de residuos, afecta a estos factores; lo hace de forma negativa, de ahí, que el cuadro de intersección en estos caso sea de color gris. Otra metodología seguida por muchos autores es colocar un signo delante del cuadro indicando si el impacto es considerado como positivo (+) o negativo (-).

Si continuamos analizando la acción del vertido de los residuos, veremos que también afecta el factor atmosférico (vertido produce olores), al igual que flora y fauna, ya que en el enunciado especifican que se trata de un lugar donde existen cultivos cercanos y es zona arbolada, lógicamente también afectará por ello a los usos del suelo y todo de forma negativa (color gris).

Igual incidencia tendrá sobre los factores recreativos afectando de forma negativa en el turismo y excursión.

Por otra parte podemos deducir que el vertido de residuos en rellenos sanitarios, supone un a acción positiva en cuanto a la eliminación de residuos de la urbe, y sobre la creación de una red de transportes, de allí que estas intersecciones han sido consideradas como positivas en los respectivos factores y por lo tanto coloreadas de negro.

Una vez identificados los impactos de las acciones sobre los factores ambientales y analizado si son positivos o negativos, colocamos una diagonal en cada casilla, la cual determina dos triángulos, en el triángulo de la izquierda se coloca la magnitud del impacto y en el derecho la importancia ambiental dada a este impacto.

En el análisis del vertido de los residuos sobre las aguas subterráneas, estimamos un impacto negativo del orden de 7 (recordamos que valoramos de 1 a 10, siendo 1 el menor). Esto indica que debido a la existencia de aguas subterráneas en el lugar (pozos), se considera que el impacto, en caso de producirse, alcanzaría una magnitud alta (7).

La importancia de la contaminación de las aguas tiene una gran incidencia pues existen cultivos, zonas arboreas, pozos de aguas servidas, con lo que también la hemos valorado con una importancia de 7.

De igual forma se ha ido valorando cada una de las intersecciones llegando a configurar cada una de las tres matrices reflejadas.

A los efectos de simplificar el análisis, se han evaluado con números únicamente los mas importantes, indicándose simplemente los demas.

El *lugar II*, se encuentra en terrenos permeables, cercano al mar y sometido a fuertes escorrentías. Existe una urbanización a 300 metros del punto elegido. El acceso esta en mal estado. Por la proximidad de la urbanización existe la posibilidad de olores y ruido para sus habitantes



MATRIZ LEOPOLD REDUCIDA LUGAR II			ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIEN-									
			MODIFICACIÓN DEL REGIMEN			TRANSE. DEL TERRITO- RIO Y CONSTRUCCIÓN		ALTER. DEL TERRENO	CAMBIOS TRAFICO	SIT. Y TRAZ. RESIDUOS		
			ALTERACIÓN CUBIERTA TERRESTRE	ALTERACIÓN HIDROLOGIA	ALTERACIÓN DRENAJE	CARRERAS Y CAMINOS	BARRERAS INCLUYENDO VALLADOS	PASAJE	CAMIONES	VERTIDO DE RESIDUOS MUNICIPALES		
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS	AGUA	CONTINENTALES									
			MARINAS									
			SUBTERRANEAS									
			CALIDAD									
	ATM	CALIDAD										
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	ARBOLES									
			COSECHAS									
		FAUNA	ANIMALES TERR									
	FACTORES CULTURALES	USO DEL TERR	ESP AB. SALV.									
			AGRICULTURA									
			Z RESIDENC									
		RECREA- TIVA	CAMPING									
			EXCURS TUR									
	SERV E INFRAEST	RED DE TRANS										
		ELIMINAC DE R S										
RELAC ECOLOG	VECT ENF. INSECTOS											

■ IMPACTOS NEGATIVOS ■ IMPACTOS POSITIVOS

Para esta alternativa de localización Lugar II, los principales factores afectados son aguas marinas y calidad del agua, donde los impactos más relevantes están en la columna de vertido de residuos municipales con importancia y magnitud de un nivel 5 y en la fila de factores culturales, uso del territorio, zona residencial, para la columna cambios de tráfico, camiones, con importancia y magnitud igual a 7.

El lugar III, se encuentra en terrenos poco permeables, alejados de la población, con comunicaciones buenas, existen montones bajos de hierbas. La zona es un espacio abierto que acoge a excursionistas.



Evaluación de impacto ambiental.



Estas características permiten elaborar una matriz como la siguiente:

MATRIZ LEOPOLD REDUCIDA LUGAR III			ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIEN-																		
			MODIFICACIÓN DEL REGIMEN			TRANSF. DEL TERRITO- RIO Y CONSTRUCCION		ALTER. DEL TERRENO	CAMBIOS TRAFICO	SIT Y TRAT. RESIDUOS											
			ALTERACIÓN CUBIERTA TERRESTRE	ALTERACIÓN HIDROLOGIA	ALTERACIÓN DRENAJE	CARRETERAS Y CAMINOS	BARRENAS INCLUTENDO WALLADOS	FRISALE	CAMIONES	VERTIDO DE RESIDUOS MUNICIPALES											
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS	AGUA	CONTINENTALES																		
			MARINAS																		
			SUBTERRANEAS																		
			CALIDAD																		
		ATM	CALIDAD																		
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	ARBOLES																		
			COSECHAS																		
		FAUNA	ANIMALES TERR																		
	FACTORES CULTURALES	USO DEL TERR.	ESP. AB. SALV																		
				AGRICULTURA																	
				Z RESIDENC																	
		RECREA- TIVA	CAMPING																		
				EXCURS. TUR																	
				RED DE TRANS																	
	SERV. INFRAEST.	ELIMINAC DE R S																			
RELAC ECOLÓG		VECT ENF INSECTOS																			

■ IMPACTOS NEGATIVOS ■ IMPACTOS POSITIVOS

En esta vemos que los impactos negativos en general son menos y que el valor que asumen tampoco es tan alto. El mayor estaría en la zona de camping por el vertido de residuos.

Realizando una evaluación cualitativa de las tres alternativas de localización presentadas con sus impactos y magnitudes, podemos observar lo siguiente:



Evaluación de impacto ambiental.

Respecto de los factores ambientales con mayores impactos en la alternativa Lugar I, podemos ver que en la fila de las aguas subterráneas, columnas de alteración del drenaje (con 6 en magnitud y 8 en importancia) y vertido de residuos municipales (con magnitud e importancia de 7) son las más impactadas. También para la fila de calidad del agua las acciones más impactantes están en las mismas columnas mencionadas anteriormente, alteración del drenaje y vertido de residuos municipales, con magnitud e importancia de 7 en una escala de uno a diez.

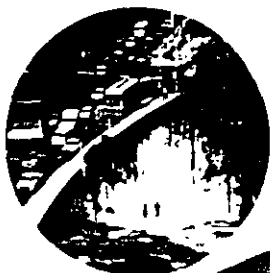
Para la segunda alternativa Lugar II, los factores más impactados son aguas marinas y calidad del agua, donde los impactos más relevantes están en la columna de vertido de residuos municipales con importancia y magnitud de un nivel 5 y en la fila de factores culturales, uso del territorio, zona residencial, para la columna cambios de tráfico, camiones, con importancia y magnitud igual a 7.

En la tercera alternativa vemos que los impactos son inexistentes para los factores considerados en las otras alternativas siendo el más importante el de la fila de áreas recreativas, camping, con valores de 5 para magnitud e importancia.

Comparando las cuadrículas correspondientes de las tres matrices (ejemplo alteración hidrogeología-agua subterránea) se identifica inmediatamente aquel emplazamiento con un grado de impacto mayor sobre las aguas subterráneas.

De la evaluación final de las tres matrices reducidas I, II, III, se define que el impacto más ACEPTABLE es el que produce el lugar de vertido número III, la mejor de las alternativas presentadas.

La presentación anterior no es exhaustiva, pero, cumple con la función de dar una guía respecto de los análisis que pudieran hacerse, también debe incluirse una recomendación desde el punto de vista del ambiente donde se producen aspectos positivos.





Glosario

- ***Cambios microclimáticos:***

Cambios que se producen en un clima específico perteneciente a una zona determinada. Ejemplo: de la ciudad.

- ***Cobertura edáfica:***

Cobertura perteneciente al suelo, en lo que respecta a las plantas.

- ***Escurrentia:***

Corriente de agua de lluvia que discurre por la superficie del terreno.

- ***Medio físico abiótico:***

Lugar donde no es posible la vida.

- ***Medio físico biótico:***

Lugar donde se desarrolla la vida vegetal y animal de una región.

- ***Monitorear:***

Conjunto de actividades cuyos objetivos están dirigidos a controlar diversos procesos que integran un proyecto o una línea de trabajo.

- ***Nivel freático:***

Nivel perteneciente al subsuelo, que marca las aguas acumuladas en el mismo.

Evaluación de impacto ambiental.



Glosario

- **Procesos termófilos:**

Procesos químicos que se realizan a altas temperaturas.

- **Redes tróficas:**

Redes pertenecientes a las cadenas alimentarias de los seres vivos.

- **Sector primario:**

Integra aquellas actividades económicas desarrolladas en la agricultura, ganadería, pesca, caza.

- **Sector secundario:**

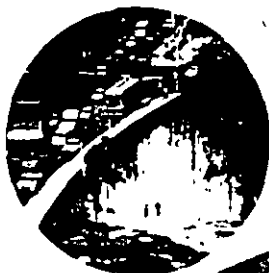
Integra las actividades transformadoras, industria, construcción, producción de energía.

- **Sector terciario:**

Es el denominado sector de servicios y se caracteriza por una producción cuyo resultado final no es un producto físico, agrupa actividades de transporte, comercio, administración, bancos, educación, etc.

- **Vaguada:**

Línea que marca la parte más honda de un valle, y es el camino por donde circulan las corrientes naturales.





Bibliografía

En Red de Educación a Distancia:

- Naciones Unidas. Comisión Económica para A.L.C. (CEPAL). Evaluaciones del Impacto Ambiental en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 1991.

En Biblioteca:

- Ministerio de Medio Ambiente, Secretaria General. Guía metodológica de estudio de impacto ambiental. Madrid (España). 1996.
- Naciones Unidas. Comisión Económica para A.L.C. (CEPAL). Evaluaciones del Impacto Ambiental en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 1991.
- Publiteca S.A. Revista Técnica de Medio Ambiente (RETEMA). Evaluación de Impacto Ambiental. Montevideo (Uruguay). 1996
- Secretaria de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. MOPU. Gestión de Residuos Sólidos. Madrid (España). 1982.
- Weitzenfeld, Henyk. Manual Básico sobre Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Medio Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Metepec. Estado de México. México. 1996.

Evaluación de impacto ambiental.





Actividades de Aprendizaje

1. Trabajo con Módulo y Guía

1. Indique por qué los factores que se nombran a continuación son necesarios tener en cuenta para el Es. I. A. de un vertedero. Señale qué aspectos de estos factores se deben considerar.

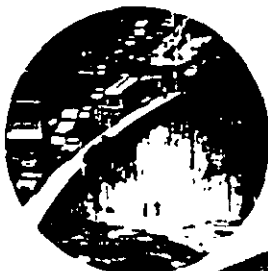
- * Ruido de vehículos recolectores en la descarga de los residuos en el vertedero.
- * Aguas superficiales y subterráneas en la zona en que se ubica el vertedero.
- * La obtención de material de cobertura.
- * Cercanía de núcleos de población.

2. Indique qué elementos del medio son afectados por el movimiento de tierras en la ejecución y explotación de un vertedero y qué tipo de alteraciones produce tal movimiento.

3. De qué manera puede afectar la disposición de residuos sólidos en el suelo, si ésta se efectúa sin ningún tipo de control.

4. Cuáles son las implicancias en la salud de la población, por una inadecuada disposición de residuos y cuáles son los grupos sujetos a riesgos. Especifique los tipos de riesgos.

5. ¿Cómo afecta el paso de un vehículo de transporte de residuos a las viviendas que se encuentran asentadas cerca de la vía de acceso que conduce al vertedero y cuáles serían las medidas de mitigación para atenuar o eliminar este impacto?



II. Pautas para recopilación de información

a. En el vertedero que actualmente está en funcionamiento en su zona de residencia, indique los datos referidos a:

- Existencia de pozos de abastecimiento de agua.
- Climatología.
- Disponibilidad de material de cobertura de residuos.
- Riesgos potenciales (inundabilidad, erosión, etc.).
- Condiciones topográficas.
- Flora y fauna.
- Paisaje.
- Disponibilidad de servicios (agua, energía eléctrica, teléfono, etc.).

b. Realice un diagnóstico del vertedero que usted analiza, indicando los factores que según su observación están causando contaminación del medio.

A continuación, le brindamos algunas alternativas para tener en cuenta, recordándole que no son las únicas, por lo cual usted puede encontrar distintas variantes.

- Falta de cobertura diaria de los residuos sólidos.
- Ausencia de control de ingreso de residuos al vertedero.
- Inexistencia de un frente de obra claro.
- Deficiente compactación de los residuos una vez colocados en el vertedero.
- Existencia de residuos industriales, hospitalarios, comerciales, etc.
- Presencia de vectores sanitarios.
- Presencia de personas ajenas al servicio de operación en el vertedero, manipulando los residuos sólidos.
- Inadecuados caminos de acceso al vertedero.

c. Luego de haber analizado las cuestiones ya trabajadas, indique medidas de mitigación para los factores antes indicados como causantes de impacto.



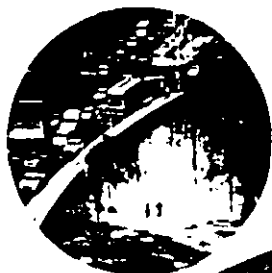


Pistas de auto-evaluación

1. El ruido de vehículos recolectores en la descarga de residuos en el vertedero por ejemplo, puede producir distintos tipos de molestias en las poblaciones cercanas. Los líquidos percolados si no se controlan, pueden contaminar.
2. La extracción de material de cobertura implica un movimiento de tierras que afecta la geología y la geomorfología. ¿De qué manera influye sobre el paisaje, por ejemplo?
3. Los cursos de agua pueden resultar contaminados si hay manantiales próximos.
4. Reconocer los principales grupos sociales que por su proximidad con los residuos pueden verse afectados de diversas maneras.
5. Tener en cuenta elementos referidos a emanaciones, ruidos molestos y presencia de vectores, entre otros.

Definición de propuestas alternativas

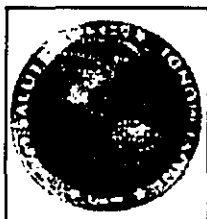
1. Suponiendo que el vertedero de su localidad ha finalizado su vida útil, y se ha efectuado el plan de cierre y sellado respectivo, realice de la misma forma que en el ejemplo del módulo, una evaluación. Puede hacerlo por medio de la matriz de Leopold con tres posibles ubicaciones reales del nuevo vertedero controlado, eligiendo razonadamente una de las alternativas.



MODULO CINCO



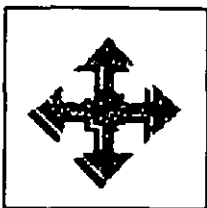
CEPAL-LPES



OPS



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CORDOBA



DEPARTAMENTO
EDUCACION A
DISTANCIA



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***



INSTITUCIONES RESPONSABLES



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación
Económica y Social (ILPES)

Coordinación: Edgar Ortegon



Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)

Coordinación: Dalmira Pensa

AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Iipes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero

DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES PARA LA MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección:

Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General :

Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:

Adela Coria

Marcela Sosa

Arte y Diagramación:

Santiago Druetta

Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:

Gabriela Sabulsky

Maria Helena Saddi

Paola Roldán

Nancy Castellano

Joel Armando

Daniela Reynoso

Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILFES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)

Maria Angelica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)





Indice

Objetivos	9
Introducción	10
Capítulo 1: Aspectos institucionales y de gestión de RSU	13
Capítulo 2: Alternativas de gestión e interacción	39
Capítulo 3: Participación y educación del público.	53
Bibliografía.	67
Actividades de Aprendizaje.	68
Pistas de autoevaluación.	70
Anexo 1: Resumen del plan de manejo ciudad de Antofagasta (Chile).	71
Anexo 2: Proyecto piloto de educación ambiental, Arica (Chile).	103
Anexo 3: Propuesta municipal de licitación, Maldonado (Uruguay)	127



Gestión de R.S.D.



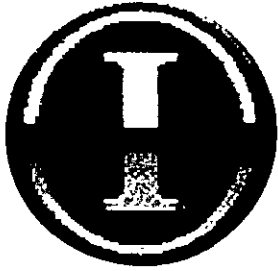


Objetivos

- Identificar las ventajas de un enfoque sistémico, activo, integral y participativo, en el manejo de los residuos domiciliarios.
- Reconocer la necesidad de un plan o estrategia correctamente elaborado y sus principales componentes.
- Identificar las opciones a tener en cuenta para promover una activa participación de la comunidad en el manejo de los Residuos Sólidos Domiciliarios.
- Entender la importancia de un marco institucional apropiado para promover una solución acorde a las características de su medio.

Gestión de R.S.D.





Introducción

Por Gestión Integral de los residuos sólidos domiciliarios (R.S.D.), entendemos la interacción dinámica entre actores que se desempeñan en los planos institucional, sectorial y regional, en busca de una solución eficiente y equitativa sobre el manejo de tales residuos.

Los aspectos de institucionales y de gestión de los residuos sólidos urbanos tienen la máxima importancia en la ejecución de cualquier programa, plan o proyecto. Por muy bien diseñado que esté un programa o proyecto de manejo integral de residuos, si no tiene los elementos necesarios de gestión no podrá ser llevado a cabo de manera satisfactoria. La mayoría de los especialistas y técnicos están de acuerdo en que el apropiado diseño de la gestión del proyecto tiene la misma importancia o más, que los aspectos técnicos.

Teniendo en cuenta las características y necesidades de la población, las instituciones responsables pueden optar por distintas modalidades de operación, esto implica muchas veces hacer una licitación pública procurando que la gestión sea transparente, eficiente y equitativa. Esto permite a quien administra los recursos, seleccionar la mejor alternativa de operación del sistema.

Otro aspecto a considerar es el tarifado que puede convertirse en un tema de bastante complejidad en términos de la política local, sin embargo, es posible prorratear costos y eximir de pagos a las familias de menores recursos.

Algunas veces resulta difícil decidir respecto de usar un nuevo plan de gestión o mantener el existente. Aquí conviene reconocer que el esfuerzo del planificador por buscar sistemas de comparación, antes de aplicar un conjunto de acciones, le permite optar por la alternativa más adecuada. Para ello, es posible utilizar matrices e indicadores que permitan comparar estas situaciones, lo cual le entregará mayor



confianza en sus decisiones.

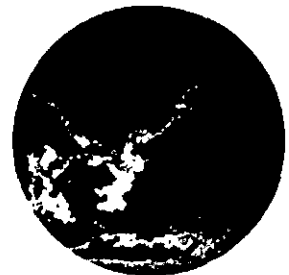
La Planificación integral de la gestión de los residuos sólidos es un proceso que se cumple en fases iterativas y dinámicas y está relacionada además, con la cadena de eliminación de ellos. El plan debe ser participativo, ya que el problema de los residuos sólidos está ligado con cuestiones ambientales que afectan directamente a la economía, a los hogares y a la comunidad en su conjunto. Por ello, preparar un buen programa de educación y participación del público permite mejorar la gestión al facilitar la aceptación por parte de la comunidad.

El módulo que aquí se presenta mostrará algunos elementos para confeccionar un plan integral, aborda la gestión integral de Residuos Sólidos Domiciliarios (R.S.D.) entendida como la necesidad de considerar todas las acciones de diversa índole, en forma coherente, articulada y participativa en cuatro aspectos básicos: los aspectos centrales de un plan de manejo integral; los elementos de la participación y educación del público como una manera de ayudar a la gestión; los tipos de operación de los sistemas de manejo de los R.S.D., sus ventajas y desventajas e incluye un caso de propuesta pública de licitación de los servicios con todas sus particularidades. Finalmente, se entregan pautas metodológicas que permiten fijar tarifas para el cobro de servicios de aseo y una proposición para analizar los efectos de aplicar un tipo de acción sobre un sistema de manejo de R.S.D. en una localidad específica.

Capítulo



Aspectos institucionales y de gestión de RSU



1. Aspectos institucionales y de gestión en el ámbito nacional o regional.

Un aspecto importante que hay que tener en cuenta en el diseño de un programa integral de residuos, es distinguir entre los diferentes niveles de gestión: nacional, estatal (ó departamental ó provincial) y local.

Los niveles de gestión nacionales y estatales tienen que ver principalmente con la formulación de políticas, planes y estrategias sectoriales, con los aspectos legislativos y de regulación, ambientales, institucionales, entre los más importantes.

Los aspectos de gestión de RSU en el ámbito local, tienen más que ver con la apropiada ejecución del proyecto técnico de manejo integral para una ciudad o grupo de ciudades, con la provisión de todos los elementos de decisión política legales, administrativos, socioculturales, financieros y de infraestructura de obras y equipos para lograr los objetivos, es decir la "gerencia" del sistema.

En el ámbito nacional, o estatal, generalmente no existe una sola entidad, o cabeza del sector, responsable de todos los aspectos involucrados en el manejo de los residuos sólidos urbanos, sino que son muchas instituciones las que ven el problema desde un punto de vista muy particular. Entre las instituciones responsables con más relevancia se pueden citar:

- El Ministerio del Ambiente o Consejos Nacionales del medio Ambiente, enfocan el problema desde el punto de vista normativo ambiental.
- El Ministerio de Salud, como su nombre lo hace desde el punto de vista de la salud pública.
- El Ministerio de Desarrollo Urbano, desde el punto de vista de las obras y servicios públicos.
- Planeación y Presupuesto desde el punto de vista de las inversiones.
- Las Superintendencias o Entes Reguladores desde el enfoque de las relaciones económicas y tarifarias.

Otros actores involucrados en la temática son las Universidades, ONGs, Asociaciones de Profesionales, Cámaras de Industria y Comercio, Asociaciones de Prestadores de Servicios, Asociaciones de Municipios, Institutos de Fomento Municipal, Sindicatos Municipales, entre otros.

En este contexto, es necesario que en el ámbito nacional, o estatal o provincial si es el caso, exista una entidad o instancia coordinadora que dirija todos los esfuerzos hacia objetivos comunes consensuales, los que generalmente deberán contemplar los siguientes aspectos:

- Elaborar un diagnóstico de la situación nacional con respecto al manejo de RSU y un sistema dinámico de información que permita conocer la situación permanentemente.
- Fijar las políticas y estrategias.
- Elaborar un plan nacional con metas, en lo referente al manejo integral de RSU, es decir para la disposición final, recolección, reciclaje y minimización.
- Determinar las actividades de apoyo necesarias para permitir la consecución del plan, identificando las necesidades de legislación, regulación y normatividad tanto ambientales como económicas.
- Establecer los instrumentos financieros como ventanillas de créditos de preinversión e inversión en RSU, para los municipios.
- Establecer planes de capacitación técnica, de educación sanitaria, de consultas a la ciudadanía y de participación comunitaria.

Lograr la coordinación antes mencionada no es sencillo ya que las diferentes instituciones creen tener la prioridad en el manejo del sector. En Latinoamérica, hasta donde se conoce, Chile, Colombia, México y Cuba tuvieron planes nacionales en las décadas de los 70s y los 80s, que tuvieron diferentes niveles de éxito en el ordenamiento y mejoramiento del sector. Chile, con el plan centralizado en el Ministerio de Salud, en 10 años logró importantes avances en las coberturas de recolección y de rellenos sanitarios o controlados. Cuba, con las acciones de coordinación también centradas en el Ministerio de Salud inicialmente, también logró importantes coberturas en sus servicios de recolección y disposición final, hasta 1995 en que la mayoría de los rellenos controlados colapsaron durante la crisis económica que hubo en el país.



A mediados de la década de los 90s la OPS, Banco Mundial, el BID y USAID, reunieron a un grupo de especialistas en residuos sólidos para diseñar una metodología que facilitara la realización de Análisis Sectoriales en el ámbito nacional o de una región de un país, que permitieran conocer de una manera ordenada la situación del manejo de los RSU y que identificaran las grandes líneas de acción necesarias para mejorar la situación.

Esta guía se denominó *Lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales en residuos sólidos* y en ella se define como "sector" al conjunto de instituciones y recursos existentes en el país o región, relacionados con los servicios de aseo urbano (limpieza de vías y áreas públicas, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos), lo que incluye el manejo de residuos sólidos domésticos, comerciales, industriales y hospitalarios, manejados formal o informalmente en las áreas urbanas y periurbanas de diferentes tamaños y complejidades.

Señala el documento que será objeto del análisis todo agente participante en el desempeño del sector, tales como entidades gubernamentales del sector público, organismos municipales y metropolitanos, sector privado (formal e informal), ONGs, universidades e institutos de investigación y de fomento, las instituciones financieras y las asociaciones de empresarios y de profesionales.

Los análisis abordan el conocimiento y evaluación de todos los elementos componentes del sector, incluyendo su gestión y desempeño, principalmente en los siguientes aspectos:

- Cantidad, calidad, continuidad, cobertura y accesibilidad de los servicios; necesidades no satisfechas.
- Factores que influyen en el desempeño y funciones de las instituciones
- Infraestructura física y gestión de los servicios que prestan las instituciones del sector
- Economía, finanzas y lo referente a otros campos tales como políticas, infraestructura, recursos disponibles y necesarios, etc.
- Desarrollo institucional y recursos humanos disponibles
- Condiciones socioculturales de las comunidades atendidas y su relación y expectativas con respecto al sector
- Aspectos de salud con relación al sector
- Aspectos ambientales con relación al sector
- Marco legal del sector y leyes conexas.



En los lineamientos metodológicos, a fin de ordenar el análisis, se proponen las siguientes áreas de evaluación:

1. Características generales del país o región
2. Aspectos institucionales y marco legal
3. Infraestructura física y aspectos técnicos
4. Aspectos económico-financieros
5. Aspectos de salud
6. Aspectos ambientales
7. Aspectos socioculturales.

Siguiendo esta metodología se han realizado análisis en varios países de América Latina y el Caribe, como Guatemala, Nicaragua, Chile, Uruguay, Perú, Cuba, Colombia, y Región Metropolitana del Valle de México.

Basándose en estos análisis, una primera visión global permite decir que el Sector de Residuos Sólidos por lo general no está legitimado y que presenta algunos rasgos comunes en la gran mayoría de los países de América Latina. Las características típicas encontradas son:

- No existe una instancia gubernamental de rango nacional, responsable del manejo de los residuos sólidos, normalmente la responsabilidad se encuentra dispersa en múltiples instituciones afines al Sector.
- Existe un creciente proceso de participación del sector privado en el manejo de residuos sólidos.
- En algunos países se empiezan a constituir entes nacionales reguladores del sector residuos sólidos.
- El planeamiento y la formulación de políticas y estrategias sectoriales aún son incipientes.
- El marco legal en muchos casos no es integral ni consistente y carece de instrumentos para facilitar el cumplimiento de estándares mínimos de calidad ambiental.



- Los mecanismos de monitoreo, acopio y disseminación de información prácticamente son inexistentes.
- Las posibilidades de las instituciones vinculadas al sector residuos sólidos para acceder a créditos u otras modalidades de financiamiento son escasas.

La participación de los organismos operadores o prestadores de los servicios relacionados con el Sector residuos sólidos, también se realiza en condiciones y modalidades con las siguientes limitaciones comunes:

- Carencia de planes financieros y operacionales (planes maestros).
- Contratación de empresas privadas mediante esquemas contractuales inadecuados y/o bajo modalidades que sobrepasan la capacidad de monitoreo del contratante.
- Dificultades de gerencia (personal, cobertura del servicio, supervisión de operaciones, financiamiento, etc.).
- Problemas de recaudación y de disponibilidad de recursos humanos debidamente calificados.

En el anexo 9.1 del Documento de Apoyo, se presentan los resúmenes de algunos de estos estudios (para ver los textos completos se puede consultar la página Web del CEPIS en su sección de residuos sólidos).

1.2 La regulación económica de los servicios

A raíz de los procesos de privatización y/o concesión de los servicios, ha surgido la necesidad de armonizar los intereses de los gobiernos municipales con los de las empresas privadas y los de los usuarios. En muchos países han surgido las llamadas Superintendencias o Entes Reguladores de los servicios de saneamiento básico donde el suministro del agua potable y el servicio de alcantarillado quedan regulados, y solamente en algunos pocos países se han incluido los servicios de limpieza pública.

Los aspectos y fases que hay que tener en cuenta en la formulación de una regulación económica de los servicios son:



- Determinar las actividades a regular. Generalmente recolección y transporte de RSU, el barrido de calles y áreas públicas, el manejo de residuos especiales y el tratamiento y/o disposición final.
- Definir las características económicas de cada uno. Por ejemplo la recolección y el transporte se definen como bienes semi-públicos, el barrido como bien público y la disposición final como bien privado.
- Determinar los sujetos de la regulación. Estos son los generadores (productores, comerciantes y usuarios finales) y los operadores (recolectores, operadores de rellenos, cobradores del servicio y recicladores).
- Definir las implicaciones sectoriales del servicio. Estas generalmente serán la salud, el ambiente, el presupuesto público, la calidad de vida, el desarrollo urbano, la economía familiar, el comercio internacional, etc.
- Definir los objetivos de la regulación en función de lo anterior, como por ejemplo minimizar los efectos sobre el medio ambiente y la salud, crear condiciones socioeconómicas para su prestación, optimizar el uso de recursos y garantizar su prestación a largo plazo.
- Identificar esquemas posibles de regulación, incluyendo la revisión de experiencias nacionales e internacionales, y evaluando su viabilidad legal, social, política y económica. El esquema debe precisar las obligaciones y responsabilidades, el sistema de control, el sistema de incentivos y penalidades y el arreglo institucional.
- Una vez seleccionado y diseñado el esquema mas apropiado se deberá proceder a establecer los mecanismos de control que tiene como fin lograr el cambio de comportamiento de los agentes para lograr los objetivos, principalmente los ambientales.

En el anexo 9.2 del Documento de Apoyo, se describe la experiencia colombiana en regulación del servicio de RSU.

2. Aspectos institucionales y de gestión en el ámbito local.

La gestión integral de los residuos sólidos urbanos, muchas veces se confunde con el proyecto técnico de ingeniería. Es importante tener claridad de la diferencia entre estos



conceptos que son complementarios. El proyecto técnico o de ingeniería generalmente contesta a las preguntas; ¿porqué, qué, cómo, cuánto y cuándo?. La gestión integral proporciona el marco para que el proyecto de ingeniería se convierta en viable desde los puntos de vista político, legal, financiero, ambiental y social.

2.1 El proyecto técnico

La primera fase del proyecto es la elaboración de perfiles de diferentes alternativas que integren las cuatro áreas de acción del manejo integral, esto es; minimización, reciclaje, recolección y tratamiento y/o disposición final. Los perfiles deben ser elaborados de manera que contesten a las siguientes preguntas de manera preferentemente secuencial:

El **¿porqué?** Tiene que ver con la justificación del proyecto, donde se ha hecho un diagnóstico que ha hecho ver las diferencias entre la oferta y la demanda o sean las necesidades tanto de la cantidad como de la calidad de los servicios.

El **¿qué?** tiene que ver el proyecto en sí, es decir con los aspectos técnicos y con todos los elementos concurrentes de apoyo (financieros, socioculturales, etc.) que explican que es lo que se va a hacer. Es decir son los objetivos, metas, y la descripción de las actividades necesarias para conseguirlos, para cada una de las áreas programáticas o subproyectos.

El **¿cómo?** tiene que ver con las especificaciones de construcción en el caso de las obras civiles, con los manuales de operación en el caso de los servicios, y con todos los aspectos logísticos, financieros, etc.

El **¿cuánto?** se relaciona con los aspectos financieros y económicos del proyecto, los montos de las inversiones, los presupuestos anuales de ingresos y egresos, las tarifas, los flujos de caja.

El **¿cuándo?** Tiene que ver con los cronogramas de trabajo o calendarización de las fases y etapas del proyecto, de las obras civiles, de las adquisiciones de equipos y maquinaria, de las ampliaciones del servicio.

2.2 La gestión o gerencia en el ámbito local.

La gestión o función del gerente de los servicios consiste precisamente en coordinar las actividades de la empresa o entidad prestadora del servicio para cumplir armónicamente con todos los aspectos anteriores. Muchas veces los responsables de los servicios no están preparados para cumplir esta función y no prevén todos estos elementos y se convierten en lo que se ha dado en llamar "bomberos" o "apagafuegos". Esto último es muy frecuente cuando los servicios se prestan directamente bajo la estructura municipal y los "jefes" de los servicios tiene que depender de la aprobación de otras oficinas municipales para cumplir con sus funciones como son las de compras, mantenimiento, gastos menores y mayores.

Una de los primeros aspectos que se debe abordar desde un principio, son las políticas generales de gestión a partir de las cuales se determinará la forma de prestación del servicio, es decir si va a ser un servicio municipal directo o un ente municipal autónomo. Ambas alternativas pueden ser con operación directa de los servicios o mediante la contratación de empresas privadas.

El servicio directo generalmente es aconsejable para pequeños municipios. Conforme los municipios crecen, las pesadas estructuras administrativas municipales comienzan a entorpecer el buen manejo de los RSU y entonces puede comenzar a estudiarse la posibilidad de crear un ente prestador del servicio ya sea directamente o por contratación.

Cualquiera que sea la decisión sobre la estructura municipal, viene al caso tomar de inmediato la decisión de si se va a "privatizar" o sea si se van a contratar empresas privadas para todos los servicios o para parte de ellos. La cantidad y perfil del personal necesario en el Ente Municipal, serán diferentes según esa decisión. En el primer caso el gerente deberá tener un perfil ejecutivo y preferentemente deberá tener experiencia operativa o rodearse de gente que la tenga. En el segundo caso el gerente, además de sus funciones como tal, deberá tener experiencia legal, financiera, en la elaboración de pliegos de licitación, contratación y en la supervisión o fiscalización.

En América Latina han existido una gran variedad en las formas de gestión de los servicios. La globalización y las políticas neoliberales han traído los llamados procesos de privatización. Se estima que en la actualidad las empresas privadas contratadas prestan sus servicios al 60% de la población de América Latina. El porcentaje es tan grande porque el servicio privado actúa en casi todas las grandes ciudades.

El interés en la prestación de los servicios por parte de las empresas privadas, disminuye en ciudades pequeñas y medianas por la imposibilidad de generar economías de escala. En las ciudades pequeñas una de las formas de gestión que esta tomando impulso sobre



todo en Perú y en Colombia es la formación de cooperativas prestadoras de servicios por contrato. Estas cooperativas muchas veces están formadas por antiguos segregadores y son promovidas por ONGs especializadas en el manejo de residuos sólidos, ya sea con recolección selectiva o convencional.

Las formas más comunes de gestión que hay en América Latina son las siguientes:

Oficina o Departamento Municipal de Limpieza

El municipio es el responsable de la planeación de los servicios, de la cobranza a los usuarios, y de la prestación de los servicios ya sea directamente o través de terceros, que pueden ser empresas privadas, cooperativas, microempresas, ONGs etc. Tiene las ventajas de un control más directo y generalmente es más económico en ciudades pequeñas. Tiene las desventajas de una gran intromisión política en el manejo del servicio y que el servicio depende de otras oficinas municipales que no le dan la prioridad adecuada. Cuando se contratan los servicios se tiene la ventaja de reducir sustancialmente el personal municipal, disminuyendo la burocracia y, consecuentemente, los conflictos sindicales.

Ente Autónomo o Empresa Municipal de Limpieza

El ente autónomo tiene la ventaja de maneja sus propios recursos, fija las tarifas con criterio técnico para cubrir sus costos, cobra las tarifas directamente o través de otros servicios. La prestación del servicio puede ser directa o a través de terceros de la misma manera que en el caso anterior. Tiene las ventajas de una mayor libertad administrativa y gerencial y de que disminuye hasta cierto punto la injerencia política en los servicios. La contratación privada tiene las mismas ventajas que en el caso anterior en lo referente al personal.

Concesión al sector privado

Esta forma de gestión es poco usada en los servicios de RSU, ya que implica asignar la prestación de los servicios a una empresa privada, en una zona o en toda la ciudad. La empresa tiene que cobrar directamente a los usuarios los servicios de RSU, tal como se hace en algunos países con los servicios de agua potable, electricidad y telefonía. A diferencia de éstos últimos servicios, el cobro en los servicios de limpieza se hace más dificultoso debido a que los usuarios no temen tanto el corte del servicio como en los otros



casos, ya que tiene opciones no legales para deshacerse de la basura.

Proveedores formales o informales de servicios con libertad de mercado.

Esta opción es poco común, implica la existencia o liberación de un mercado a través del cual las empresas o individuos ofrecen sus servicios en una misma zona de la ciudad, lo que hace sumamente ineficiente el servicio. En América Latina solo se conoce el caso de la ciudad de Guatemala, donde existe este tipo de servicio en algunas zonas.

Modelos mixtos de gestión

Existen modelos mixtos, como por ejemplo en una misma ciudad, en diversas zonas, se pueden aplicar modelos diferentes como los descritos anteriormente. Esto sucede muy comúnmente en las grandes áreas metropolitanas que tiene diferentes jurisdicciones políticas en el área conurbada.

2.3 Licitación o Propuesta Pública

Cuando la gestión de los RSU se viabiliza a través de la prestación del servicio por parte de una empresa o prestador individual, da lugar a la licitación o propuesta pública.

En las propuestas es necesario establecer la forma de relación que existirá entre contratista y Municipio, el tipo de inspecciones, los interlocutores válidos, calidad del servicio y tipo de tecnología a utilizar, como así también, fijar los costos asociados a la prestación.

Asimismo es indispensable mantener un principio de igualdad entre los proponentes y conservar la transparencia necesaria en todo el proceso para que no existan complicaciones de carácter recriminatorio contra el Municipio.

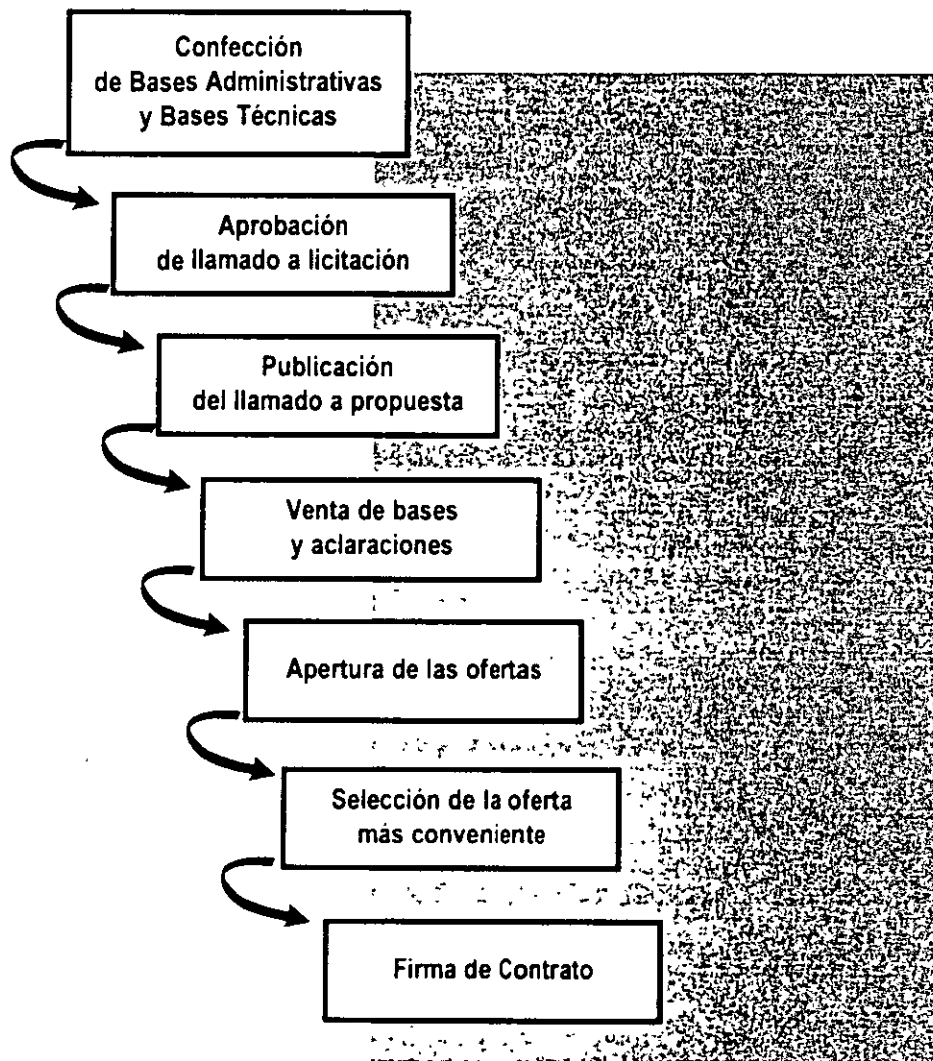
2.3.1 Proceso de una licitación o propuesta pública

El proceso de una licitación o propuesta pública, parte con la aprobación de un llamado a participar de ella. Para aprobar los pliegos del llamado se deberá hacer un estudio de los costos involucrados, la calidad de los servicios que se contratarán y la legislación que habilita al Municipio para realizar el tipo de contratación pretendida.



En general los pasos que sigue un proceso de licitación o propuesta pública son los siguientes:

Fases de una propuesta publica.



2.3.1.1. Confección de bases administrativas y técnicas.

Existen dos tipos de bases que rigen una propuesta pública; las Bases Administrativas y las Bases Técnicas. En las primeras se fija cómo, cuándo y lugar donde se llevará a cabo la propuesta, quiénes podrán participar, valor de las bases, calendario que seguirá el proceso de la propuesta, cómo se financia el contrato, presupuesto del municipio y plazos. Además fija los términos como se relacionarán el municipio y el contratista, causales de término o rescisión de contrato, multas, formas de pago, etc. Las bases técnicas fijan la calidad del servicio, características de los equipos, sistemas de recorrido, característica de los vertederos, forma en que se debe operar, planos y todo lo que tiene relación con la ingeniería del sistema que se desea implementar.

2.3.1.2. Aprobación del llamado a propuesta pública por medio de un decreto municipal.

El llamado a propuesta es aprobado por un decreto que es firmado por el Alcalde, donde los vistos se refieren, a las bases administrativas y técnicas, al presupuesto municipal según las atribuciones que le confiere la ley. En este decreto se aprueba un llamado a propuesta pública para el servicio de aseo y también se fija una comisión encargada del proceso.

2.3.1.3. Publicación en un diario de circulación nacional o regional del llamado a propuesta.

Una vez aprobado el llamado a propuesta pública, se procede a la publicación en un diario de circulación regional o nacional, donde se comunica a quienes se interesen en participar. Esta publicación contiene entre otras cosas, el presupuesto municipal destinado al servicio, un calendario de actividades, las características de quienes pueden participar, el valor de las bases, etc.

2.3.1.4. Venta de bases y aclaraciones.

La norma es que se de un plazo prudente para la venta de bases y para ser estudiadas por los interesados en participar, quienes tienen la posibilidad de solicitar al municipio respuestas a dudas que las bases le pudieran provocar.

2.3.1.5. Apertura de las ofertas.

De acuerdo con lo fijado en las bases en el día, hora y lugar, se procede a la apertura de las ofertas. Se levanta un acta la cual es firmada por la comisión y por los proponentes. En esta acta se deja registro de los participantes, el valor de cada oferta y

de los reclamos, si los hubiera.

2.3.1.6. Selección de la oferta más conveniente.

Una vez abierta la propuesta la comisión se dedica al estudio de cada una de las ofertas y de acuerdo con los plazos estipulados en las bases, decide a quién se le adjudica. Se presenta una proposición al Alcalde quien es el que finalmente aprueba la adjudicación.

2.3.1.7. Firma de contrato.

De acuerdo con los plazos estipulados se comunica los resultados y se procede a firmar el contrato con el proponente seleccionado.

Además de este resumen del proceso de una propuesta pública y para mayor información, se presenta en Anexos N° 3 un documento de análisis de la propuesta municipal de los años 1996-1997 de Maldonado una municipalidad de Uruguay.

Cualquiera que sea el arreglo institucional que se escoja, el gerente deberá cumplir con la coordinación de elementos de la gestión local muy similares a los de la gestión nacional. Estos elementos o áreas de acción son:

- Aspectos institucionales o y marco legal
- Proyecto técnico de manejo integral de residuos para la ciudad
- Componentes económico-financieros.
- Componentes de salud y ambiente
- Componente sociocultural.

En los módulos anteriores y en este se han desarrollado ampliamente todos estos conceptos con excepción del económico-financiero, que es quizá el más importante de la gestión integral de los RSU en el ámbito local. A continuación se desarrollan algunos conceptos básicos.

2.4 Gestión económica-financiera en el ámbito local.

Esta gestión consiste principalmente en mantener a la empresa, pública o privada, en un balance económico-financiero sano, es decir mantener un equilibrio entre los egresos y los ingresos, a lo largo de todos los años que dure el proyecto. Para determinar los egresos se hace uso de la matriz de planificación, que nos permite predecir las inversiones y el gasto año con año, y los ingresos se planifican tomando como base el número de usuarios de cada tipo, las predicciones de la matriz de planificación y el establecimiento de una tarifa adecuada. Si no se cumplen con estas premisas, el proyecto no será sustentable económicamente.

En América Latina y el Caribe, el aspecto financiero es el talón de Aquiles de la mayor parte de los servicios. De un total de 21 ciudades grandes solo 3 reportaron ingresar el 100% de sus costos. Otras 8 ciudades ingresaban entre el 67 al 99 %, 4 entre 34 al 66%, y el resto, o sean 7 ciudades ingresaban menos del 33% de sus costos. El resto de sus ingresos tenían que ser subsidiados a través de subsidios provenientes de los ingresos fiscales generales.

2.4.1 Determinación de los Egresos

De acuerdo con el horizonte que se haya escogido para la planificación, generalmente de 15 a 20 años, se predice año con año las necesidades de inversión, y los costos globales anuales de operación para cada uno de los servicios. Esto se facilita con el uso de la matriz de planificación o predicción de la cantidad de basuras a manejar año con año, en cada uno de los componentes del proyecto (ver el tema de formulación de matrices de planificación en el Capítulo 1 del Documento de Apoyo). Con los datos se puede establecer una tabla-calendario de inversiones y gastos anuales como sigue:



Cuadro 2.1 Egresos del proyecto

año	ton	recolección			barrido			rec. selectiva			relleno sanitario			Campañas socioculturales			TOTAL			
		I n v e r s i o n e s	P a g o d e u d a	o p e r a c i o n e s	I n v e r s i o n e s	P a g o d e u d a	o p e r a c i o n e s	I n v e r s i o n e s	P a g o d e u d a	o p e r a c i o n e s	I n v e r s i o n e s	P a g o d e u d a	o p e r a c i o n e s	I n v e r s i o n e s	P a g o d e u d a	o p e r a c i o n e s	I n v e r s i o n e s	P a g o d e u d a	o p e r a c i o n e s	
2001																				
2002																				
2003																				
...																				
2020																				

En el cuadro anterior se colocan las inversiones, el costo del capital (o pago de la deuda) y el costo anual de operación de cada uno de los componentes del proyecto y se suman en la última columna para tener el total anual que el proyecto debe invertir y los costos anuales tanto por los préstamos de capital (amortizaciones del equipo y las obras civiles), como por la operación (mantenimiento, consumos y personal). Las dos últimas columnas se usarán posteriormente para compararlos con los ingresos.

2.4.2 Determinación de Ingresos, tarifas y cobranza

Tal vez uno de los componentes más difíciles de abordar dentro de la gestión de los residuos sólidos es lo que se refiere a los cobros por el servicio, más aún cuando esto implica cambios en las políticas. De hecho, en algunos países por mucho tiempo la mayor parte de los costos era asumido por el fisco. Posteriores modificaciones a la ley, el aumento de facultades de las instituciones responsables y la necesidad de mejorar el servicio han llevado a que los sistemas de tarificación hayan sido modificados. En este título, el tema se tratará desde el ángulo de los criterios generales para la fijación de la tarifa y desde un punto de vista técnico que mostrara diferentes métodos para calcularla.

Criterios para la fijación de la tarifa.

En términos generales se puede decir que la tarifa resultara de un prorrateo o reparto

del costo total del servicio por el número de usuarios que comprende una localidad, es por tanto deseable que este prorrateo se haga teniendo en cuenta a lo menos que quienes más residuos emitan, paguen tarifas más altas y, al revés, quienes menos basura emitan paguen menos por el servicio. En adelante se enunciarán algunos criterios que pueden servir de base para una política en este sentido.

Equidad.

Las tarifas para cada usuario no debieran ser mayores que los costos generados por darles el servicio, salvo que se deba incorporar lo de aquellos grupos que ameriten adoptar alguna consideración de tipo social y que impliquen un efecto redistributivo del ingreso.

Legalidad.

El cobro de la tarifa debe ceñirse a todas las normas legales existentes al respecto.

Simplicidad.

El modelo de tarificación debe ser fácil de entender, tanto por quienes deberán aplicarlo como para los usuarios.

Eficiencia.

El sistema tarifario debiera ser barato de implantar, de aplicar y de actualizar, aunque tal costo fuese necesario transferirlo a la tarifa. Del mismo modo debe evitarse la morosidad.

Equilibrio.

El sistema debe tener semejanzas con otros implementados y al mismo tiempo responder por las diferencias que pudieran existir con los cobros hechos por otros prestatarios.

En el cuadro anterior se colocan las inversiones, el costo del capital (o pago de la deuda) y el costo anual de operación de cada uno de los componentes del proyecto y se suman en la última columna para tener el total anual que el proyecto debe invertir y los costos anuales tanto por los préstamos de capital (amortizaciones del equipo y las obras civiles), como por la operación (mantenimiento, consumos y personal). Las dos últimas columnas se usarán posteriormente para compararlos con los ingresos.

Cálculo de Tarifas

Para establecer la tarifa es necesario conocer los costos de cada uno de los servicios que componen el proyecto, es decir, la recolección convencional, la recolección selectiva, el relleno sanitario, el reciclaje y el cómpost, si es que se decidió adicionar estos últimos componentes. Hay varias maneras de hacer esto, por ejemplo obteniendo el costo total global de un servicio durante un año y dividiéndolo entre el número de usuarios de ese servicio y entre 12 para obtener la tarifa media mensual por usuario. Otro método es a través de los costos unitarios que se obtienen para cada uno de los componentes del servicio, por ejemplo si se tiene el costo unitario de la recolección convencional [\$/ton] y se calcula la cantidad de basura que produce una familia media durante un mes [ton/fam/mes], basta con multiplicar ambos valores para obtener la tarifa mensual por ese concepto.

En el caso del barrido el costo unitario generalmente se representa en [\$/km], por lo que habrá que tomar en cuenta la frecuencia que se barre la calle en una cierta zona de la ciudad, y el frente medio de los predios. Así para una casa de 15 metros de frente, ubicada en una zona que se barre dos veces a la semana o sea unas 9 veces al mes, tendrá una longitud de barrido mensual de aproximadamente 135 m o 0.135 km. El producto sería la tarifa media mensual por barrido. Si por ejemplo en el centro de la ciudad se barre 2 veces al día por el alto tránsito peatonal, un predio de 10 m de frente se barrería unas 50 veces al mes para dar una longitud mensual de barrido de 500m o medio km.

2.5. Cálculo de tarifas.

Como ya se señaló, la tarifa resulta de un prorrateo de costos, sin embargo en su cálculo se pueden incluir algunas consideraciones especiales. Veremos tres tipos de cálculos.

2.5.1. Tarifa indiferenciada.

En este caso el cálculo no considera diferenciación de ningún tipo, por lo que se cobra por igual a viviendas y comercio, esta modalidad tiene ventajas desde el punto de vista de comprensión del cálculo y la aplicación. Sin embargo grava a todos los usuarios sin considerar las distintas variables que pueden incidir, por ejemplo la variable de equidad.



El cálculo se realiza de acuerdo con la siguiente proporción.

$$t = \frac{C}{Nv + Nc}$$

- t = Tarifa anual del servicio
- C = Costo total anual real del servicio
- Nv = Número de predios destinados a viviendas y eriazos
- Nc = Número de patentes comerciales.

Ejemplo:

- C = 30.000.000
- Nv = 5.000
- Nc = 600

$$t = \frac{30.000.000}{5.000+600} = \frac{30.000.000}{5.600} = 5357.143 \text{ pesos/año}$$

Luego este valor es distribuido, generalmente de manera uniforme, en los doce meses.

2.5.2. Tarifa diferenciada en base a frecuencia de recogida sin cargo fijo.

Este modelo requiere tener claramente diferenciados los sectores de recogida, los cuales deben estar bien delimitados. Entonces el cobro se realiza de acuerdo con la frecuencia de recogida en cada sector y se fija para cada uno de acuerdo con la media ponderada de frecuencia por número de viviendas.

Supongamos que existan k sectores cada uno con diferentes frecuencias F1, F2, F3, ..., Fj.



La tarifa se calcula de la siguiente manera.

$$t_j = \frac{F_j \cdot C}{n \sum_{i=1}^n (F+N)_i}$$

donde:

- t_j = Tarifa de aseo para cada usuario en sector j
 C = Costo total anual del servicio
 N = Número de viviendas de cada sector
 F_j = Frecuencia de recogida sector j en veces/ semana
 $(F+N)$ = Frecuencia por número de viviendas de cada sector

Ejemplo:

- Costo total del servicio $C = 30.000.000$ de pesos
 sector A : 2.000 viviendas y $F_a = 3$ veces/semana
 Sector B : 2.000 viviendas y $F_b = 5$ veces/semana
 Sector C : 1.600 viviendas y $F_c = 3$ veces/semana

SECTOR	N° VIVIENDAS	FRECUENCIA	$F \times N$	TARIFA $F_j \cdot C$ 20800
A	2 000	3	6 000	4.326,92
B	2 000	5	10.000	7.211,54
C	1.600	3	4.800	4.326,92
			$n \sum_{i=1}^n (F \times N)_i$	20.800

Los cálculos anteriores se pueden comprobar de la siguiente manera.

SECTOR	TARIFA	N° VIVIENDAS	PAGO POR SECTOR (TARIFA x N° de VIVIENDAS)
A	4.326,92	2.000	8.653.846
B	7.211,54	2.000	14 423.077
C	4.326,92	1 600	6.923.077
TOTAL DE PAGOS			30.000.000

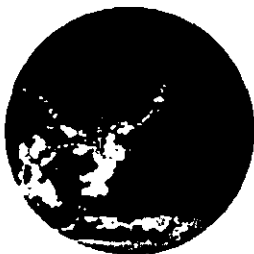
La desventaja del método radica en la dispersión de tarifas que puede originar y si bien considera de manera diferenciada los sectores según el tipo de prestación, no incorpora la variable cantidad de residuos que dependerá del tipo de familia o negocio, tamaño de la propiedad y otros que pueden incidir en la producción de residuos.

2.5.3. Tarifa diferenciada en base a la frecuencia de recogida con cargo fijo.

Supongamos la misma situación anterior pero, distinguiendo del costo total entre los costos fijo y variables. En este método se considerará un costo fijo a prorratar entre los usuarios en forma indiferenciada y un cargo variable a prorratar en forma diferenciada.

El cálculo se realiza de la siguiente forma.

$$t_j = \frac{C}{\sum (N)_i} + \frac{F_j * (C - C_f)}{\sum_{i=1}^n (F \times N)_i}$$



donde:

- t_j = tarifa de aseo
 C = Costo total anual real del servicio
 $\Sigma (N)_i$ = Número total de viviendas
 F_j = Frecuencia del recorrido del sector j
 N = Número de viviendas de un sector
 F = Frecuencia de recorrido en cada sector
 C_f = Costos fijos del servicio
 $F \times N$ = Frecuencia de recorrido por número de viviendas de cada sector

Ejemplo:

Supongamos que un municipio ha estimado que si prestase un servicio de recogida, donde los costos fijos, considerando instalaciones, personal administrativo, arriendos, pagos por compra de vehículos, y cualquiera otro que no signifique gastos por recoger, fuera de 10.000.000 de pesos y el costo total del servicio fuera de 30.000.000 de pesos.

Entonces:

SECTOR	N° VIV. 1	FREC. 2	VIV.xFREC. 3 = 1x2	VALOR VAR. 4=2x(C-Cf) 20.800	CARGO FIJO 5= Cf/5.600	TARIFA 6= 4+5
A	2.000	3	6 000	2 884,62	1.785,71	4.670,33
B	2.000	5	10.000	4.807,69	1.785,71	6.593,41
C	1.600	3	4 800	2 884,62	1 785,71	4.670,33
	5.600		20.800			

Los cálculos anteriores se pueden comprobar de la siguiente manera.

SECTOR	TARIFA	N° VIVIENDAS	PAGO POR SECTOR (TARIFA x N° de VIVIENDAS)
A	4.670,33	2 000	9 340.659
B	6.593,41	2 000	13.186.813
C	4.670,33	1.600	7 472.528
TOTAL DE PAGOS			30.000.000

Las tarifas en este caso tienden a ser menos dispersas en comparación con las anteriores, debido a la incorporación de cargo fijo.

Los costos fijos se pueden obtener de la estructura de costos del sistema los cuales son conocidos por la institución que administra el servicio si es que lo hace en forma directa. En caso de que el servicio sea licitado es conveniente solicitar el valor de los costos fijos de la empresa que presta el servicio y además agregar los costos que implica para el municipio en términos de personal, de inspecciones y otros en que incurra.

Este sistema tampoco reconoce la variable cantidad de residuos generados en cada propiedad.

Una vez establecido el nivel de la tarifa, es posible confeccionar un cuadro con los Ingresos del Proyecto.

Cuadro 2.2 Ingresos del proyecto

Concepto	Costo unitario	Cantidad mensual de servicio	Tarifa media mensual	Número de usuarios	Ingresos mensuales por tarifas	Ingresos mensuales por tarifas	Subsidios y otros
Recolección convencional	[\$/ton]	[ton/fam]	[\$/fam]	[fam]	[\$/mes]	[\$/año]	[\$/año]
Recolección selectiva	[\$/ton]	[ton/fam]	[\$/fam]	[fam]	[\$/mes]	[\$/año]	[\$/año]
Cómpost	[\$/ton]	[ton/fam]	[\$/fam]	[fam]	[\$/mes]	[\$/año]	[\$/año]
Relleno sanitario	[\$/ton]	[ton/fam]	[\$/fam]	[fam]	[\$/mes]	[\$/año]	[\$/año]
Barrido	[\$/km]	[km/predio]	[\$/predio]	[predios]	[\$/mes]	[\$/año]	[\$/año]
Otros como parques	[\$/m ²]	[m ² /fam]	[\$/fam]	[fam]	[\$/mes]	[\$/año]	[\$/año]

Los dos cuadros mostrados, no solo sirven para conocer el flujo financiero, sino que cuando se hacen en la etapa de planificación, son muy útiles para la toma de decisiones políticas sobre si se incluyen todos los componentes o se eliminan algunos de lo estrictamente necesarios como los del compost o la recolección selectiva.

En la tabla se muestra la forma de calcular la tarifa media general. Sin embargo, normalmente se pueden calcular las tarifas medias por barrios socioeconómicamente clasificados, ya que como se sabe algunos estratos producen menos basura que otros. Aún más, se pueden introducir factores para producir subsidios cruzados, cargando un poco más del costo a los estratos altos y un poco menos a los de menores ingresos. En general, la tendencia de las políticas nacionales en casi todos los países, tienden a



disminuir estos subsidios.

Como los costos de inversión y operación pueden ir cambiando por motivos de la inflación, el aumento de costos de los combustibles y otros, se acostumbra establecer modelos matemáticos o fórmulas de "sensibilidad", que permiten por ejemplo ajustar los costos de recolección, si se diera el caso de un aumento en el precio de los combustibles. Estas fórmulas son casi una necesidad cuando se contratan los servicios de empresas privadas.

Una vez establecida la tarifa es necesario decidir como va a ser cobrada a los usuarios. Un cobro directo mediante una boleta especial para RSU, no es muy recomendable porque el servicio no tiene un poder coercitivo del pago en el caso de corte del servicio. Por lo anterior las opciones que quedan son la cobranza con el impuesto predial, o en la boleta de otro servicio público como el agua o la electricidad, en ambos casos como un rubro específico. El primero, no es muy recomendable por las altas tasas de morosidad que existen en el pago de impuestos prediales. En el segundo caso, generalmente se tiene objeciones por parte de las empresas de agua o electricidad, para incluir el pago en sus boletas. Para obviar esto se requiere de la decisión política del alcalde o intendente para pedir a esas empresas que hagan el cobro, por supuesto mediante un pago por este servicio.

Finalmente con los resultados de los totales de las dos tablas se hace una tabla denominada flujo de caja, que permite conocer año con año si los ingresos alcanzarán para pagar los egresos del proyecto. En el caso de las empresas públicas, debe haber un balance anual equilibrado, mientras que para las empresas privadas, que pueden obtener capitales de para pagar las deudas, pueden tener pérdidas en un año que se compensarán con utilidades en los años subsiguientes.

Cuadro 2.3 Flujo de caja del proyecto

Concepto	Pago de deuda	Operación anual	Ingresos tarifarios	Subsidios y otros	Balance
2000					
2001					
2002					
....					
2020					

Capítulo



Comparación de Alternativas de Gestión de RSU



2. Método de comparación de alternativas de gestión de R.S.D.

Aquí nos proponemos entregar una herramienta simple que permita al planificador local tener una visión rápida de las acciones de un plan de gestión. Esto consiste en comparar por medio de una matriz la situación sin intervención con la situación deseada. Ello permite tener elementos precisos para definir acciones de intervención en los distintos momentos del proceso de manejo de los residuos. Se trata de un procedimiento sencillo pero potente si se lo utiliza correctamente, por ello además de la explicación se desarrolla un ejemplo de aplicación.

1. Conceptos generales del método.

Se parte de la construcción de una matriz de diagnóstico donde se exponen las situaciones no deseadas observadas en las distintas fases del proceso de manejo de los R.S.D.

Esta matriz se compara con otra que se elabora a partir de las propuestas de corrección a los déficits encontrados.

Ello permite múltiples comparaciones pues, además de comparar entre alternativas de gestión, permite analizar cada una de las fases de la cadena de residuos, las áreas de intervención y los indicadores de gestión que se puedan asociar a cada una de dichas fases y áreas.

Luego se realiza la matriz de indicadores.

Los indicadores de gestión pueden ser construidos o bien pueden utilizarse algunos que sean conocidos. De todas maneras, para conocer cómo funciona la gestión en la situación actual, los indicadores deben ser construidos a partir de un análisis de esta situación.

Utilizando parámetros considerados aceptables y tomando en cuenta el hecho de una intervención en el sistema, pueden construirse indicadores relacionados a las acciones que se desarrollaran en términos de las metas que se propongan en la nueva gestión.

Esta es una propuesta que puede ser adecuada a las realidades locales. Lo importante es que por este método, un plan de gestión puede ser de alguna manera evaluado ex ante, y darnos una aproximación de los resultados que tendrá su aplicación, aunque sólo en términos de una tendencia.

Gestión de R.S.D.



La matriz propuesta a continuación se construye partiendo de un listado de situaciones no deseadas. Este listado nace del diagnóstico de la situación actual, en la que se completan cuadros de acuerdo con cada fase del sistema, los que se cruzan con relación a: la tecnología o sistema utilizado, el personal empleado, condiciones ambientales, calidad del servicio y participación del público. Esta matriz se puede crear partiendo de las causas y efectos detectados en el árbol utilizado para identificar problemas y buscar soluciones, pudiendo dar lugar a contenidos diferentes en las columnas.

Podemos suponer que analizada una determinada situación hemos encontrado algunos hechos que nos parecen no deseables con los cuales construimos una matriz como la siguiente.

MATRIZ DE SITUACIONES NO DESEADAS
(Diagnóstico de la situación actual).

	SISTEMA O TECNOLOGIA USADA	PERSONAL EMPLEADO	CALIDAD DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACION DEL PUBLICO
PRE-RECOGIDA	Sistema de contenedores deficiente, no estandarizados, gran número de puntos de recolección			Esporcamiento de la basura en vía pública por mala calidad de los contenedores o acciones de animales	No existe participación del público en acciones de apoyo a la gestión
RECOGIDA	Bajo nivel de utilización de la capacidad de carga de los vehículos	Baja capacitación del personal de recolección	Bajo nivel de atención en la recolección.	Alto nivel de almacenamiento de residuos en las viviendas	
TRASLADO			Alto costo en traslado de basura a vertedero		
DISPOSICION FINAL				Deficiencias en el recubrimiento de residuos	Establecimiento de vertederos clandestinos
LIMPIEZA VARIA	Sistema de Barrido inadecuado		Baja cobertura de vías		

Obtenidas ya del diagnóstico las situaciones no deseadas y construida la matriz podemos entonces determinar acciones que pudieran dar solución a éstas, del tipo de la siguiente.



MATRIZ DE SITUACIONES DESEADAS
(Diagnóstico de la situación actual).

	SISTEMA O TECNOLOGIA USADA	PERSONAL EMPLEADO	CALIDAD DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACION DEL PUBLICO
PRE-RECOGIDA	Instalación de contenedores normalizados, en puntos de recolección para grupos de viviendas			Modificación del tipo de contenedores y control sobre la acción de animales.	Programa dirigido al público para que desarrolle acciones de apoyo a la gestión.
RECOGIDA	Modificar circuitos de recolección y sistema de carga	Cursos de capacitación del personal de recolección	Aumentar las frecuencias de recogida	Disminución del nivel de almacenamiento de residuos en las viviendas	
TRASLADO			Modificación del sistema de traslado de basura		
DISPOSICIÓN FINAL				Labores de recubrimiento del total de los residuos diarios	Eliminación de vertederos clandestinos
LIMPIEZA VARIA	Cambio en el sistema de barrido		Aumento de la cobertura a todas las vías de la ciudad.		

La idea entonces es, partiendo de un conjunto de situaciones no deseadas detectadas en el diagnóstico, proponer acciones que las eviten. Una vez obtenido esto, podemos implementar un sistema de indicadores que nos permita ver en qué medida podemos superar estas condiciones y controlar nuestra propuesta en el tiempo. Para ello podemos en primer lugar establecer en terminos de indicadores las situaciones identificadas como no deseables.

MATRIZ DE INDICADORES

	SISTEMA O TECNOLOGÍA USADA	PERSONAL EMPLEADO	CALIDAD DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACION DEL PUBLICO
PRE-RECOGIDA	Nº de Viviendas			Basura esparcida *100	Cant. de pers. en prog *100
	Nº de puntos de recolección			Basura emrtda.	Población total
RECOGIDA	Ton recolectadas - día	Personal cap *100	Nº viv atend *100	Ton. emrtdas *frec. *100.	
	Nº de vueltas - Cap camion	Total pers contr	Nº total de viv	Ton. recolecc. + desviado	
TRASLADO			Costo mens del serv		
			Ton traslad mes		
DISPOSICION FINAL				Vol mat. de rec. diario.	Ton. vert. dian
				Ton depos. día *0.2	Nº de Habtantes
LIMPIEZA VARIA	Pers de barndo diario		Km. de vias atend *100		
	Kms de vias atendidos *8		Km total de via		

Una vez construida esta matriz debe asignárseles un valor a los indicadores que representan las distintas situaciones detectadas como no deseables, de acuerdo a la realidad que se analiza. El paso siguiente es construir a partir de una situación deseada los valores que se esperan y de esta forma se pueden comparar las dos visiones, la del sistema en análisis y la de un sistema mejorado. Por otro lado, es posible establecer metas a cumplir para cada uno de los indicadores y con ello ir comparando el cumplimiento del plan en el tiempo. Esto puede devenir en una evaluación dinámica y posibilitar el estudio de mejoras en el sistema. Los indicadores que se proponen no son excluyentes y deben estar de acuerdo con cada realidad. También se pueden usar indicadores de referencia aplicados en otros lugares, sobre los cuales hay abundante información.



2. Ejemplo de uso de la matriz.

Hemos desarrollado un caso de un municipio pequeño, donde se presenta el diagnóstico de la situación actual sólo para la fase de pre-recogida, como una forma de poner en situación lo explicado más arriba.

2.1. Diagnóstico de la situación de El Peral Alto. (Fase de pre-recogida).

El Peral Alto es una localidad de características mixtas de urbano y rural, donde sus principales actividades son el comercio y la agricultura.

Tiene un total de 30.000 habitantes y de 6000 viviendas, los análisis de emisión por persona nos arrojan una producción de 0.56 kg. de basura por persona-día, las vías a atender son del orden de 100 kms. entre urbano y rural.

En la localidad de El Peral Alto se ha detectado que en la fase de pre-recogida existen las siguientes situaciones no deseadas:

La presentación de la basura se realiza en envases de papel y bolsas plásticas lo que representa un 100% del total. Además por cada vivienda hay un punto de recolección, donde las condiciones de densidad de viviendas por km. de recorrido es muy alta. Existe un gran número de envases que se rompen por acción de animales, correspondiendo a un promedio del veinte por ciento del total de la basura que se emite. Tampoco existe conciencia de las personas por separar o reciclar, o alguna otra forma de aporte al sistema, por falta de educación y de canales óptimos para participación del público.

2.2. Interpretación de la información de diagnóstico a través de la matriz.

Primer paso.

En cada casillero se resume de la forma más sintética posible la información relevante que corresponda a cada cruce de la fase con los aspectos analizados de la gestión ya sea tecnológicos o de sistema, de personal, condición medio ambiental, participación del público, para ello se procede de la siguiente forma:

Gestión de R.S.U.



- En el casillero A cruzamos la información cualitativa de la fase (pre-recogida y el sistema o tecnología usada), esto es un sistema deficiente de presentación de la basura, donde además existen un excesivo números de puntos de presentación.
- Los casilleros B y C están vacíos porque no se encontraron cruces en el diagnóstico.
- El casillero D contiene la información del diagnóstico respecto a la fase y las condiciones ambientales en que se está llevando a cabo.
- En el casillero E se presenta la condición como el público participa en esta fase.

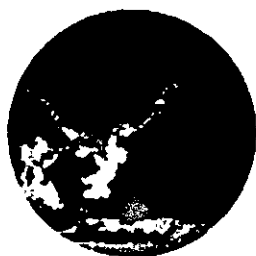
MATRIZ DE INDICADORES
(Diagnóstico de la situación actual)

FASE	SISTEMA O TECNOLOGIA USADA	PERSONAL EMPLEADO	CALIDAD DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACION DEL PUBLICO
PRE-RECOGIDA	Sistema de contenedores deficientes, no estandarizados, gran numero de puntos de recoleccion A	B	C	Esparcimiento de la basura en via publica por mala calidad de los contenedores o acción de animales D	No existe participacion del público en acciones de apoyo a la gestión E

Segundo paso.

Para comparar la situación actual con respecto de las acciones que se implementarán, recogemos en cada casillero, los datos cuantificables que se presentan en el diagnóstico de la fase cruzada con cada uno de los aspectos (tecnológicos o de sistema, de personal, condición medio ambiental, participación del público), que sean susceptibles de traducir a modo de indicador.

- En el casillero A, el excesivo numero de puntos se traduce en No. de viviendas o numero de puntos dividido por los kilometros de recorrido o ruta, (para el caso cada vivienda representa un punto de recolección).
- Los casilleros B y C permanecen vacíos por no haber información atinente.
- El casillero D recoge cuál es el porcentaje de basura esparcida con respecto de la basura emitida o generada.
- El casillero E recoge información de personas en programas de participación con respecto de la población total.



MATRIZ DE INDICADORES

FASE	SISTEMA O TECNOLOGÍA USADA	PERSONAL EMPLEADO	CALIDAD DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACION DEL PUBLICO
PRE-RECOGIDA	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de puntos de recoleccion}}{\text{Kms. de ruta}}$ <p style="text-align: center;">A</p>	B	C	$\frac{\text{basura esparcida} \cdot 100}{\text{basura embida}}$ <p style="text-align: center;">D</p>	$\frac{\text{cant. de pers. en programa} \cdot 100}{\text{Poblacion total}}$ <p style="text-align: center;">E</p>

Tercer paso.

Haciendo un análisis de cómo se comportan estas relaciones en la situación actual se procede a cuantificarlas a manera de indicadores numéricos de la siguiente forma:

Las viviendas se distribuyen en una longitud de treinta kms., existiendo un punto por vivienda, lo que en el indicador nos da $6000/30 = 200$ puntos por kms.

La basura esparcida por acciones de animales y por rotura de contenedores de mala calidad llega a 3.5 ton. día. $(3500 \cdot 100/30000 \cdot 0.56 = 21\%)$.

No existen programas dirigidos a la educación y participación del público, $(0 \cdot 100/6000=0\%)$.

**MATRIZ DE INDICADORES
(situación base)**

FASE	SISTEMA O TECNOLOGÍA USADA	PERSONAL EMPLEADO	CALIDAD DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACION DEL PUBLICO
PRE-RECOGIDA	200			21 %	0

Hasta aquí hemos identificado y puesto en forma de indicadores los principales problemas que se desprenden del análisis de la situación inicial o actual, lo que sigue es analizar de la misma manera las acciones que se emprenderán para mejorarla.



2.2.1. Análisis de la propuesta de acciones de los planificadores.

Las acciones que se proponen son instalar contenedores de plástico para grupos de 10 viviendas, los contenedores serán de 230 lts. para retirarlos cada tres días. Esto permitirá disminuir el número de puntos de recolección y mejorar la presentación, evitando el esparcimiento por acción de animales en un 90% y disminuyendo además el almacenamiento en las viviendas. Para que la gente apoye esta decisión se desarrollarán programas de educación en un total de diez acciones por año, donde se espera asistirán 30 jefes de hogar, lo que supone el compromiso de sus respectivas familias en hacer esfuerzos y depositar diariamente su basura en los sitios donde estarán instalados los contenedores.

Esta situación se puede expresar en una matriz de la forma siguiente:

Al igual que en la interpretación del diagnóstico, se pone en cada casillero la información correspondiente a cada cruce de manera resumida.

- En el casillero A se deja establecida la acción que da respuesta al problema allí expresado en la etapa de diagnóstico.
- Los casilleros B y C permanecen vacíos.
- El casillero D contiene la acción que da respuesta al problema o situación expresada en el mismo casillero de la matriz construida en el diagnóstico.
- El casillero E contiene de la misma forma la acción que responde al problema que se plantea en la etapa de diagnóstico.

FASE	SISTEMA O TECNOLOGIA USADA	PERSONAL EMPLEADO	CALIDAD DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACION DEL PUBLICO
PRE-RECOGIDA	Instalacion de contenedores normalizados, en puntos de recoleccion para grupos de viviendas			Modificación del tipo de contenedores y control sobre la acción de animales	Programa dirigido al publico para desarrollar acciones de apoyo a la gestion
	A	B	C	D	E



Utilizando la misma matriz de indicadores que se ha construido en la etapa de diagnóstico, se establecen los valores que estos adoptarían si se aplican las acciones propuestas:

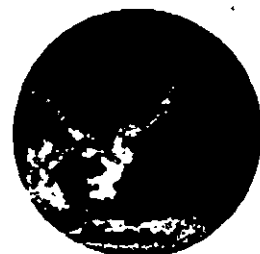
- El casillero A contiene la relación del total de contenedores a instalar por los kilómetros de ruta en que se distribuyen las viviendas o grupos de vivienda.
- Los casilleros B y C permanecen vacíos.
- El casillero D contiene la relación de la cantidad teórica de basura que podría ser dispersada con las medidas propuestas.
- El casillero E indica la relación de personas que estarían vinculadas a programas de participación versus la población total, se ha considerado que cada jefe de familia vincula a su grupo familiar y que cada grupo familiar tiene cinco componentes.

MATRIZ DE INDICADORES
(situación teórica con acciones a implementar)

FASE	SISTEMA O TECNOLOGIA USADA	PERSONAL EMPLEADO	CALIDAD DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACION DEL PUBLICO
PRE-RECOGIDA	20 A	B	C	2.08 % D	5 % E

Si se pone atención a los indicadores de cada casillero, veremos cómo la propuesta de gestión mejora la situación inicial. Por ejemplo, para el casillero A teníamos un indicador de 200 puntos de recolección por km. de ruta y con las correcciones planteadas éstos sólo llegarán a 20 por km. de ruta, lo que teóricamente es mejor. Para el casillero D, de un 20% de la basura esparcida se pasa a un 2.08% y en el casillero E de ninguna participación del público, se prevé que se integrará un 5% anual de la población a actividades de participación.

De esta manera, se puede comparar las bondades de una situación teórica propuesta para el manejo de los residuos frente a la situación base diagnosticada. De la misma forma, si se establecen metas para el sistema que se implementará, es posible ir comparando los indicadores que resulten en el desarrollo de la operación. Si se cumplen es posible proseguir, sino deberá analizarse cada parte del sistema de manera tal que se obtengan nuevas opiniones de mejoramiento.



3. Indicadores.

Como dijéramos en el título anterior, existen indicadores que recogen valores promedios de diversos lugares y que pueden considerarse como valores estándares de las principales acciones de un proceso de gestión de R.S.D.

En este título se muestran indicadores que pueden ser utilizados para comparación de las situaciones que se analicen, estos indicadores han sido presentados en el XXV Congreso de AIDIS en el año 1996.

3.1. Tabla de indicadores utilizados en el ámbito de R.S.D.

GENERACIÓN		
MEDIA REGIONAL	0,92 Kg / Hab. / Día	
16 ciudades > 2 millones de hab	0,94 Kg. / Hab. / Día	
16 ciudades de 0,5 a 2 millones de hab	0,73 Kg / Hab. / Día	
24 ciudades < 0,5 millones de hab	0,55 Kg. / Hab. / Día	
Domiciliana media	0,60 Kg. / Hab. / Día	
BARRIDO (limpieza diaria)		
Rendimiento diario (dos lados)	1 a 3 Km.	
Barrenderos por 1 000 Hab	0,4 a 0,8	
RECOLECCIÓN		
	Desarrollados	En desarrollo
Eficiencia del personal (ton / día)	3 a 8	2 a 5
Tamaño cuadrilla (trab)	1 a 3	3 a 6
Requerimiento personal (t/ 1000 Hab)	0,2 a 0,5	0,2 a 0,4
Costo por tonelada (u\$s / ton)	50 a 125	15 a 25
DISPOSICIÓN FINAL		
Basurero a cielo abierto	35%	
Relleno de baja calidad	35%	
Relleno sanitario	30%	
Costos de Relleno	Desarrollados	En desarrollo
	3 a 10 u\$s / ton.	20 a 60 u\$s / ton.

3.2. Ejemplo de aplicación de indicadores.

El Peral Alto como ya se dijo es una comunidad de 30.000 habitantes, la red de vías públicas a atender en este caso es de 30 Kms.

Con estos datos podemos estimar lo siguiente:

Generación total de residuos en la ciudad.

Generación de R.S.D.: Número total de personas * indicador de generación

Generación de R.S.D.: $30.000 * 0,55 = 16.500$ kilogramos en un día.

Número de barrenderos.

Número de barrenderos: total de kilómetros de vías * indicador de rendimiento

Número de barrenderos: $30 / 2 = 15$ barrenderos.

Número de barrenderos: total de población * coeficiente por cada mil habitantes.

Número de barrenderos: $30.000 * 0,5 / 1.000 = 15$ barrenderos.

Comparación con el sistema propio.

El costo de recolección anual es de US\$ 180.675, la generación diaria es de 16.5 Ton., la generación anual es de 6022,5 Ton., lo que implicaría un costo por tonelada recolectada de US\$ 30. Este valor si lo comparamos con los de la tabla de indicadores es alto para países en desarrollo y bajo para países desarrollados, pero si este fuera muy bajo por ejemplo US\$ 2 habría que investigar por qué este valor. Es posible que estemos frente a una situación de un servicio deficitario y que en la realidad no entregue la cobertura para el total de la población o alguna otra situación que afecte al sistema.

Trabajar efectuando comparaciones entre lo observado en la realidad local con los indicadores elaborados en base a observaciones de numerosos casos, permite detectar pautas que posibilita investigar sobre la gestión propia, en especial en situaciones consideradas poco satisfactorias.

Capítulo



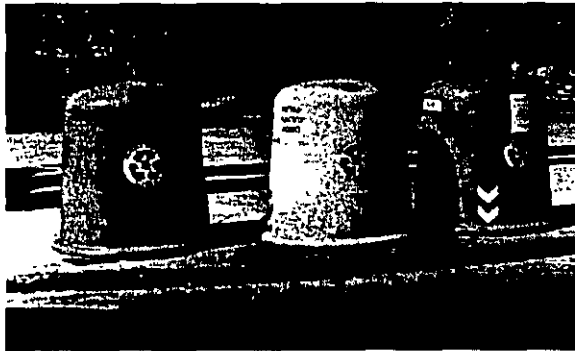
Participación y educación del público.



3. Participación y educación del público.

Existen muchos casos donde, a pesar de haberse formulado una propuesta de manejo de los R.S.D. técnicamente correcta, al no considerarse la variable participación y educación del público, se ha derivado en una solución parcial o ineficaz. Esto suele observarse especialmente en lo que se refiere a la existencia de vertederos clandestinos. Del mismo modo, el apoyo del público es fundamental en lo que se refiere a la separación en el origen o en políticas de promoción relativas a disminuir las emisiones contaminantes.

En cualquier tipo de plan de gestión de residuos sólidos, la educación y



participación del público jugará un rol significativo, tanto antes como durante la implementación del plan.

La educación del público tiende a conseguir una ciudadanía más informada que pueda participar activamente en la resolución de los problemas que enfrenta la comunidad en el área del medio ambiente en general, y de los residuos sólidos en particular.

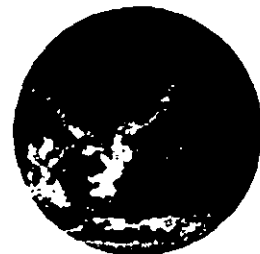
Los términos educación del público y participación de la comunidad, abarcan una amplia gama de actividades y técnicas diseñadas para obtener información respecto a las inquietudes de los ciudadanos, aumentar la toma de conciencia del público, motivar la participación en los programas y conseguir decisiones de su parte tendientes a un servicio de R.S.D. más eficaz.

Un buen programa de educación y participación en la gestión de los residuos sólidos aprovecha la potencialidad de los grupos cívicos, comercio, colegios, iglesias y medios de comunicación para participar en la toma de decisiones, promoviendo una acción positiva en el área de los residuos, mediante reuniones, eventos especiales, conferencias, materiales promocionales, boletines, exhibiciones, concursos, actividades de recolección y otros que puedan generarse.

Las personas encargadas de tomar decisiones deben intentar involucrar al público en todo el proceso de planeamiento de la gestión de los residuos sólidos municipales, por ello es particularmente importante que el planificador trabaje junto con la comunidad, especialmente en el momento inicial de planeamiento.

Es posible establecer un consejo asesor o grupos de trabajo específicos para proveer un marco organizacional a la participación de los ciudadanos. Este grupo podría

Gestión de R.S.D.

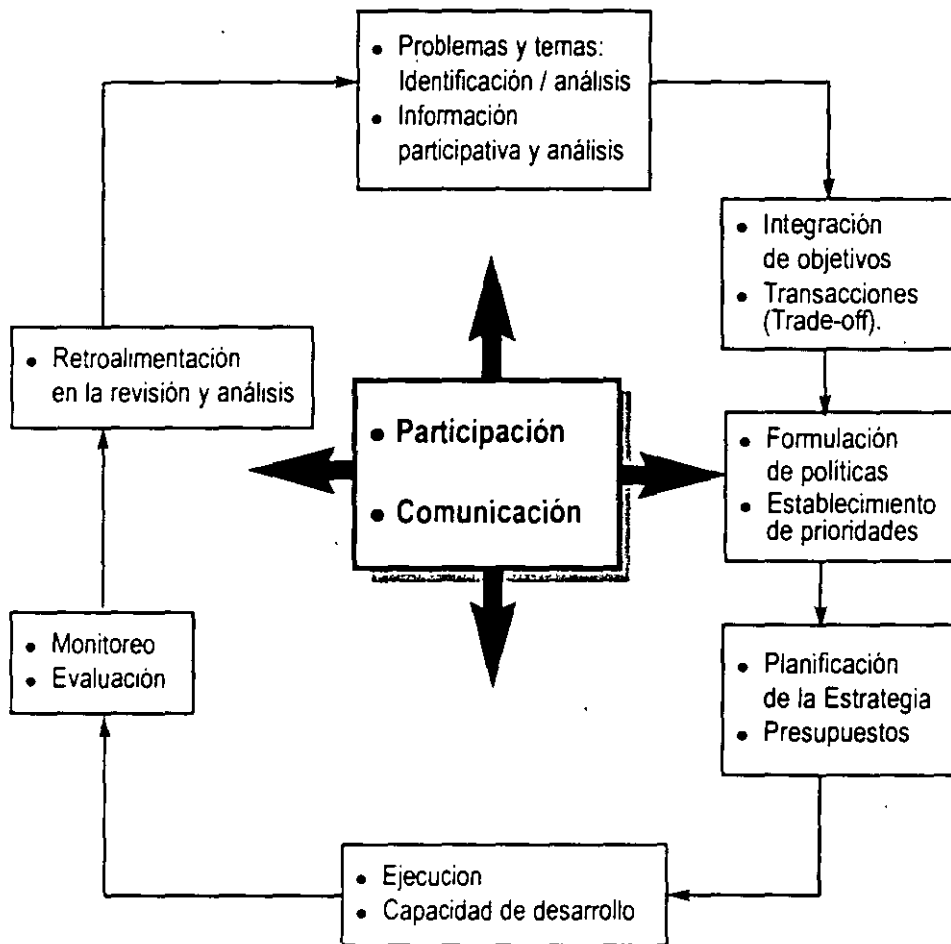


incluir hombres de negocios, miembros de grupos locales del medio ambiente, grupos comunitarios de los diversos vecindarios y organizaciones religiosas, a los cuales debe informarse en todos los aspectos concernientes a la situación de la gestión de los residuo

sólidos locales, los costos y responsabilidades asociadas con ello y las opciones disponibles de gestión y disposición.

3.1. Ciclo estratégico de la participación.

La dinámica de la participación comunitaria integral puede ser visualizada de acuerdo con el siguiente flujograma.



Fuente: "Participation in national environmental strategies" (Module 4) EDIEN Political Economy of the Environment. World Bank (98) Traducción no oficial.



El mensaje central de este flujograma, resalta la importancia de involucrar activamente a la comunidad en todas las fases de la estrategia o plan propuesto. De esta manera, se evitan soluciones aisladas o reduccionistas y a la larga inoperantes o de poco impacto.

Como se observa, la participación está prevista en el momento inicial a través de la identificación de los problemas relacionados con el tema y su análisis. Esto supone que se ha trabajado incluso en la etapa de recolección de información. Al momento de establecer los objetivos del programa, es necesario realizar una serie de negociaciones entre los principales actores sociales por lo cual hay que prever algún tipo de transacciones (trade-off) para conseguir que no haya grupos perdedores que pueden decidir abandonar. Los objetivos determinan las líneas de políticas y como no es factible realizar todo al mismo tiempo, es necesario establecer prioridades respecto de las ejecuciones. Esto se relaciona íntimamente con el punto anterior puesto que al priorizar habrá que considerar el impacto sobre los intereses de los principales actores sociales.

Formuladas las políticas se comunican, al igual que los presupuestos, debiendo establecer algún tipo de estrategias de participación tanto para el momento de la ejecución como del control.

Un buen sistema de evaluación con participación ciudadana permite detectar más rápidamente los desvíos e incluso proponer acciones correctivas que retroalimenten la propuesta.



3.2. Dificultades para institucionalizar la participación.

Cuando se inicia el camino de la participación, lo frecuente es enfrentarse a un número importante de dificultades, por este motivo es interesante indagar acerca de las razones.

A continuación se incluye un texto⁵ que recoge los aspectos más recurrentes al tratar de institucionalizar la participación.

⁵ Fuente: "Participation in national environmental strategies" (Module 4) EDIEN Political Economy of the Environment. World Bank (98) Traducción no oficial.



Si tiene tantos méritos, ¿por qué es difícil institucionalizar la participación? Las siguientes parecen ser algunas de las restricciones.

- En la fase inicial de una estrategia, la participación requiere considerable tiempo y trabajo adicional en el desarrollo de los recursos humanos. Generalmente no se provee de incentivos adicionales a los miembros del equipo por el esfuerzo extraordinario demandado. La introducción de la participación requiere recursos financieros adicionales y en la fase inicial es más costosa comparada con programas convencionales. La mayoría de las instituciones y programas se sienten restringidos de hacer tales inversiones, dado que ellas son evaluadas principalmente por el criterio de logros en los objetivos físicos y financieros.
- La participación exige una mayor retroalimentación en el papel de los profesionales externos, desde la gestión hasta la facilitación. Esto exige cambios en conducta y actitudes y tiene que ser gradual. También exige un significativo entrenamiento y usualmente los recursos para este trabajo son inadecuados.
- La participación también desafía a los profesionales convencionales; éstos sienten pérdida de poder al tratar como iguales a las comunidades locales y al incluirlas en la toma de decisiones. Esto inhibe a los profesionales de asumir riesgos y desarrollar relaciones de colaboración con las comunidades.
- La participación y el desarrollo institucional son difíciles de medir y requieren el uso simultáneo de indicadores cualitativos y cuantitativos. Los sistemas existentes de monitoreo y evaluación no pueden medir dichos aspectos y, por lo tanto, los indicadores físicos y financieros, que son más fáciles de medir, dominan la evaluación de resultados y el proceso de análisis de impacto.
- Mientras que muchos programas iniciados por las agencias externas tienden a usar métodos participativos de planificación, no hacen los correspondientes cambios en los mecanismos de asignación de recursos a las instituciones locales y ellos tienden a retener el poder en la toma de decisiones financieras. Este hecho frena el crecimiento de las instituciones locales y conduce a una pobre sostenibilidad de los programas.
- La participación es un proceso de largo plazo y necesita ser iterativo en un periodo inicial de dos a cinco años antes de remontar y replicarse. La mayoría de los programas de desarrollo tienden a dejar en el papel las fases iniciales del proceso de participación y desarrollo institucional sin suficiente experimentación e iteración. Como resultado, las modalidades institucionales que surgen son a menudo poco efectivas.
- La participación está también directamente ligada a la equidad. Muchas estrategias para implementar programas, a pesar de comenzar con consultas y participación de grupos, fracasan en monitorear aspectos de equidad. Esto hace



que los resultados de la gestión y los beneficios sean usurpados por los grupos elitistas de la comunidad y que la mayoría pierda su interés. Las instituciones externas necesitan jugar un papel preponderante en catalizar prácticas equitativas dentro de las instituciones locales.

Cualquier política o proceso de formulación de ésta debería tomar en cuenta los esfuerzos existentes al nivel local y utilizarlos como base para la estrategia de preparación. El crecimiento orgánico de una estrategia a través de insumos locales y regionales, que se base en la experiencia y en las acciones positivas aprendidas, aumenta las posibilidades de que todos los miembros desarrollen un interés de largo plazo en la ejecución.

3.3. Elementos a considerar en la participación, para una gestión integral de los RSD.

A continuación se presentan algunos lineamientos generales para desarrollar un programa de participación y educación del público, considerando los contenidos a presentar, los canales por los cuales se puede difundir, los distintos grupos con los cuales trabajar y los aspectos financieros.

3.3.1. Presentación de los principales resultados del estudio.

Como ya se ha sostenido anteriormente, la participación del público es de vital importancia. Una forma de activar esta participación, y a la vez motivar la discusión respecto del tema, es la presentación de los principales resultados del estudio.

Con respecto a esto, debe presentarse al público de manera completa:

El significado de un plan de gestión integral de manejo de residuos sólidos, se lograrán entender proveyendo una visión general de los principales temas de la gestión de residuos sólidos, a saber:

- Generación en origen (domicilios): cantidad, composición.
- Pre-recogida: uso de recipientes adecuados para el acopio de basuras y respeto de horarios de recolección y transporte.
- Recolección y transporte: modalidades de operación, cobertura, eficiencia, aspectos ambientales, sanitarios y costos asociados.
- Tratamiento y disposición final: vida útil y problemas ambientales y sanitarios de los actuales vertederos, requerimientos de nuevos sitios

Gestión de R.S.D.

para relleno sanitario (técnicos, ambientales, económicos), alternativas de tratamiento no recomendadas para la ciudad en estudio (incineración, compostaje, etc.).

- Microvertederos ilegales: mencionar cantidad existente, sus problemas ambientales y sanitarios y los costos asociados a su limpieza.
- Costos de un plan de gestión y manejo integral de residuos sólidos, técnica y ambientalmente adecuado.

Se debe sensibilizar a la población respecto de los beneficios que recibe la comunidad, los costos reales y los déficits que se producen en la municipalidad.

Indicar qué acciones se podrían realizar en educación, salud, deportes, etc. si las municipalidades no tuvieran que afrontar dicho déficit económico.

Cómo implementar un programa de recuperación/reciclaje con clasificación en origen:

Si se está trabajando en este sentido, se deben presentar los beneficios directos que recibe la comunidad y la forma de participación en el programa, esto es:

- Reducción de costos globales en el manejo del flujo de basura, tanto por concepto de recolección y transporte como por disposición final.
- Mayor vida útil de los vertederos.
- Apoyo y ayuda solidaria a sectores necesitados de la población, ya sea directamente a través de la recolección y comercialización por parte de los cartoneros, o bien indirectamente a través de la participación de organizaciones de beneficencia.
- Qué elementos se recuperarán de las basuras y por qué.
- Qué elementos no se recuperarán de las basuras y por qué.
- Cómo acopiar los materiales recuperables.

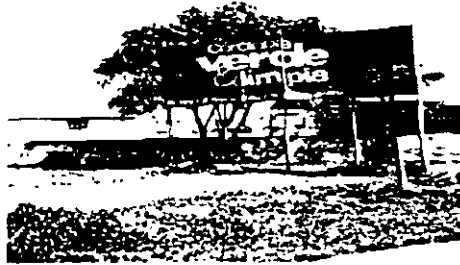
3.3.2. Estrategias de comunicación.

La comunicación con el público y la promoción de los programas debe ser un proceso continuo. Los eventos en medios de comunicación, los pósters publicitarios, los boletines, etc., son todas buenas herramientas y medios para ser usados en una propuesta de educación continua. Un programa efectivo de este tipo debe ser planeado teniendo en mente las necesidades de la comunidad. Se puede ahorrar una cantidad significativa de tiempo y energía analizando actividades de educación del público que han sido desarrolladas en otras comunidades, sacando provecho de sus éxitos y aprendiendo de sus fracasos.

Los encargados de tomar decisiones pueden revisar actividades y materiales educativos utilizados en otros programas para la toma de conciencia del público,



tales como campañas para uso de cinturón de seguridad en los automóviles, campañas para evitar accidentes en la vía pública, etc. Las técnicas usadas en estas campañas para promover una imagen o incentivar un nuevo comportamiento pueden ser modificadas para expresar la idea del tema de los residuos sólidos municipales.



3.3.3. Grupos objetivo de la población.

El primer paso de la planificación de un programa de educación es comprender los diferentes públicos que existen dentro de la comunidad y determinar cómo reciben la información estos grupos. Entre los temas que se deben resolver se pueden destacar los siguientes:

- ¿Cuáles son los principales sub-grupos existentes en la comunidad?
- ¿Cuál es el nivel del lenguaje a ser utilizado en el material a ser entregado a la comunidad?
- ¿Cuáles son las inquietudes de los ciudadanos?
- ¿Cuáles programas en los medios audio-visuales de comunicación local escuchan y ven los residentes de la comunidad?
- ¿Cuáles medios escritos de comunicación, a nivel nacional, regional, comunal o comunitario, lee la población y qué secciones son las preferidas?
- ¿Responden bien los ciudadanos a noticias públicas incluidas en las cuentas de servicios que reciben?
- ¿Son los afiches publicitarios colocados en las tiendas un método efectivo de conseguir una imagen que les llegue?
- ¿Existen ya grupos cívicos conduciendo alguna campaña de educación respecto a la basura o algún otro tema relacionado?

Responder este tipo de preguntas ayudará a que se utilicen los mensajes apropiados, se realicen las actividades adecuadas y se ocupen los medios de publicidad correctos.

La mejor forma de responder estos interrogantes, es efectuar entrevistas con líderes de la comunidad, llevar a cabo encuestas de opinión y también trabajar junto con los grupos asesores de ciudadanos existentes, para recopilar esta información.

Un exitoso programa de educación y participación de la población compromete importantes recursos humanos, técnicos, materiales y económicos, por lo que se prevé que el diseño y operación del programa sea contratado a especialistas en comunicación y educación. Las municipalidades serán las encargadas de proporcionar los objetivos, metas, supervisión, coordinación y apoyo logístico a dicho programa.

Por el motivo anterior resulta muy beneficioso trabajar con dos grandes segmentos de la población:

- Niños y jóvenes de entre 6 y 20 años de edad,
- Adultos de 21 años y más.

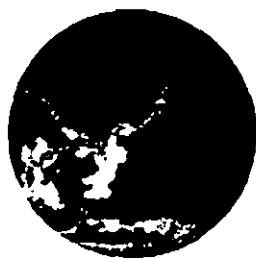
Frente a restricciones presupuestarias puede privilegiarse la educación de niños y jóvenes. Enseñar a este segmento de la población sobre la gestión de residuos, el valor del reciclaje y de reducir la cantidad de basura generada, los desechos domésticos peligrosos y la necesidad de contar con sitios de disposición adecuados es esencial para desarrollar una ética de responsabilidad entre los futuros residentes de la comunidad respecto a los residuos. Además de los potenciales beneficios futuros, los programas orientados a los niños y jóvenes pueden tener una recompensa inmediata al llevar a casa, a sus padres, los mensajes referentes a reciclaje y otros métodos de gestión de residuos.

3.3.4. Canales de comunicación: estrategias de medios.

El programa de educación y participación debe ser estructurado en base anual de manera que sus objetivos sean manejables. Algunos aspectos que deben ser incluidos en estos planes son:

- Temas o desafíos principales a ser enfrentados.
- Metas a ser alcanzadas.
- Actividades y eventos para lograr cada una de estas metas.
- Recursos disponibles (fondos, voluntarios y apoyo de la comunidad) para cada actividad y evento.
- Cronograma de trabajo que coordine los esfuerzos de educación del público con la implementación del programa y considere actividades y eventos estacionales tales como una campaña, recolección de fondos, etc.

Existe una amplia gama de actividades y eventos posibles que pueden ser incluidos



en un plan de educación al público. *Las actividades escogidas deben promover y complementar las opciones específicas de gestión de los residuos sólidos que están siendo consideradas o implementadas* como parte del programa de la comunidad en este campo. Por ejemplo, si la primera prioridad es la implementación de un programa de recuperación y clasificación en origen de materiales reciclables, entonces debe darse énfasis a los programas de educación dirigidos a este fin.

Las actividades propuestas dentro de un programa de educación deben también satisfacer las necesidades de información de la comunidad y deben encontrarse dentro de los límites presupuestarios y de recursos de la comunidad. En algunos casos, será recomendable llevar a cabo proyectos pilotos de educación del público a más pequeña escala. Este tipo de iniciativas puede ser un perfecto campo de prueba para la generación de nuevas ideas. Las enseñanzas sacadas de estos proyectos pueden ser incorporadas a proyectos de mayor envergadura en la medida que el programa consiga el apoyo del público.

Los medios de comunicación específicos que se pueden emplear en las ciudades los podemos dividir en “medios troncales” y “medios directos”, a saber:

3.3.4.1. Medios troncales o de comunicación masiva.

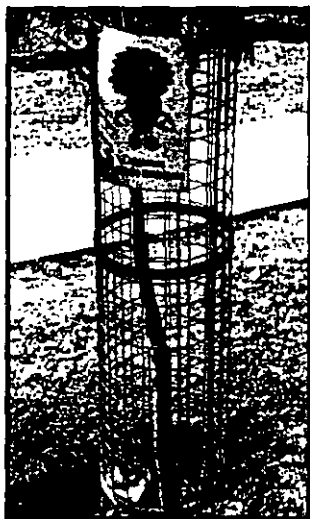
Como medios troncales podemos considerar los periódicos, radioemisoras, TV. A nivel local es posible desarrollar estrategias de acuerdo con los medios disponibles en periódicos de circulación local o radioemisoras locales, con programas o publicaciones desde el municipio.

3.3.4.2. Medios directos.

Son de menor cobertura que los anteriores, lo cual no implica que sean de menor impacto.

Entre los medios directos y sus características se pueden mencionar los siguientes:

- Via Pública
- Afiches informativos
- Folletos informativos
- Exposiciones explicativas
- Participación de las autoridades locales.



Para llegar a los clubes deportivos, juntas de vecinos, centros de madres, hogares de niños y otras organizaciones sociales de las distintas comunas, se hace necesaria la participación de autoridades locales, a través de un consejo asesor o un grupo de trabajo específico para proveer un marco organizacional a fin de instruir y hacer participar a la ciudadanía agrupada.

- *Charlas y exposiciones en escuelas y colegios*

Las charlas y exposiciones están orientadas a educar y sensibilizar a niños y jóvenes, según objetivos descritos en párrafos anteriores.

Se deberán formar monitores y líderes dentro de los profesores y alumnos, de manera que participen en las charlas y exposiciones y mantengan sus efectos en el tiempo.

- *Concursos de afiches*

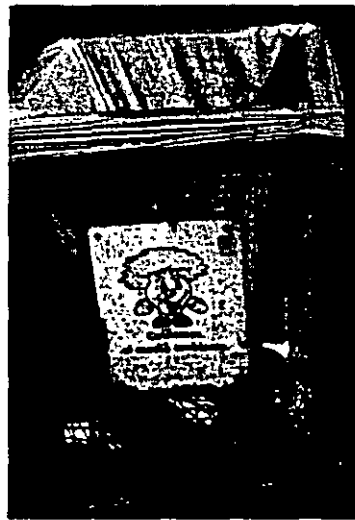
Se podría proponer la creación de un concurso de afiches a nivel de educación básica, media y universitaria exclusivamente dedicado al tema de recuperación en origen y reciclaje de materiales de residuos.

Los afiches ganadores podrían servir de base para el lanzamiento de la campaña de recuperación/reciclaje.



3.4. Costos y financiamiento de los programas.

Los programas de educación y participación del público para la gestión de los residuos sólidos municipales no deben ser necesariamente muy costosos. No obstante, se requiere de un compromiso determinado de parte de las autoridades locales respecto a fondos y tiempo necesario de personal para planificar y coordinar un programa exitoso. Este costo es pequeño cuando se consideran los beneficios que recibirá la comunidad de la participación en estos programas, que promueven una gestión integrada de los residuos sólidos: disminución de los costos de disposición (por ejemplo minimizando las toneladas a disponer, optimizando los volúmenes a recoger por un determinado equipo), un ambiente más limpio, una vida útil mayor del vertedero, así como también la perspectiva de mejores relaciones comunitarias.



A pesar que la competencia por conseguir contribuciones en dinero de la comunidad es difícil, siempre que sea posible los planificadores deben buscar ayuda en ella.

Las ideas novedosas, un planteamiento estratégico, una cantidad pequeña de dinero y una cantidad grande de aporte en servicios, pueden producir un buen resultado. Por ejemplo, el imprimir las bolsas de las basuras con un mensaje cívico, tal como el anuncio de un día de recolección de residuos domésticos voluminosos, es un servicio comunitario que frecuentemente lo proveen las tiendas o supermercados. Alguna empresa publicitaria puede tomar para sí la tarea de producir un video que muestre a los residentes como se produce la separación en los hogares.

Este mismo video puede ser mostrado a grupos cívicos por miembros de un grupo voluntario. Muchos clubes y organizaciones cuentan con boletines e información sobre



eventos comunitarios. Muchos negocios que entregan material publicitario a sus clientes a menudo están dispuestos a anunciar eventos especiales y exhibir mensajes promocionales.

Una gran cobertura en medios de comunicación, tales como artículos en los periódicos, entrevistas radiales y anuncios en los servicios públicos, son maneras de comunicarse a bajo costo con cientos y hasta miles de miembros de la comunidad, e informar sobre la planificación de eventos especiales de recolección y metas conseguidas. A pesar que la contratación de espacios publicitarios es también un método posible, aunque bastante más costoso, la publicidad cuidadosamente diseñada y bien planificada puede valer bien su costo. En algunos casos es posible que el comercio local suscriba los costos de publicidad si se menciona debidamente este hecho.

A modo de ejemplo se presenta en Anexo I un proyecto piloto de educación ambiental para el tratamiento en origen de los R.S.D. de la ciudad de Antofagasta, Chile.





Bibliografía

MIDEPLAN/CHILE. Planes de desarrollo comunal. 1996.

Darquea, Gonzálo. El plan local estratégico y participativo. Sevilla IULA.

Kokusay kogyo Co., Ltda. Estudio del plan maestro sobre residuos sólidos industriales en la región metropolitana de la República de Chile.

Mideplan/Chile. Residuos sólidos: estudio y planes de manejo. 1997.

Temas de administración. Gestión de Residuos sólidos urbanos e impacto ambiental. 1991.

Mideplan/Chile. Manual Instructivo de apoyo a los municipios para la fijación de tarifas por servicios de aseo. 1996.

OPS/OMS. Análisis sectorial de residuos sólidos en Uruguay. 1996.

Banco Mundial, Political Economy of the environment (Module 4)
"Participation in national environmental strategies", 1998.

Gestión de R.S.D.





Actividades de Aprendizaje

1. Trabajo con Módulo Guía

1 - Caracterice el modo de gestión de RSU en su localidad, resalte la forma como se está beneficiando o perjudicando el manejo de los R.S.D.

2 - Examine el plan de inversión municipal o el presupuesto de su localidad. En base a ello responda: hay proyectos o asignaciones específicas para el manejo de los R.S.D., qué acciones promovería usted para modificar la situación encontrada?

3 - Explícite las diferentes modalidades de participación de los distintos actores sociales, (sindicatos, empresarios, organizaciones sociales, tecnócratas, políticos,) que intervendrían en el diseño del plan de participación ciudadana por usted propuesto.

4 - Analice la forma de la participación de la ciudadanía en el manejo integral de los R.S.D. en su comunidad.

5 - Cree usted que la población está dispuesta a pagar por la prestación de un servicio de manejo de R.S.D.? Cree usted que los niveles de ingreso de la población de su localidad permiten introducir sistemas de tarifa? Qué alternativas sugiere?

6 - Piensa usted que debe ser subsidiado o autofinanciado el servicio de recolección de basura? Que otras alternativas considera viables y eficientes? Cuál es la institución responsable en su medio para el tratamiento de esta problemática? Que acciones lleva a cabo?



1. Pautas para recopilar información

a - Indague a nivel de Universidades, organismos no gubernamentales, centros de investigación, oficinas públicas y cámaras de comercio implicados en esta temática, sobre la posible existencia de estudios, monografías, tesis y propuestas, que le puedan facilitar el desarrollo de su proyecto para el Curso.

b - Explore en los medios masivos de comunicación, revistas especializadas y publicaciones sobre el tema, los lineamientos, recomendaciones y propuestas que se hacen para el manejo de los R.S.D. a nivel local.



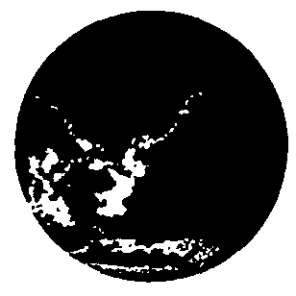
Gestión de R.S.D.



A n e x o



*Resumen de plan de manejo
ciudad de Antofagasta. Chile*



Resumen de plan de manejo ciudad de Antofagasta. Chile.¹

Diagnóstico de la situación actual

1. Inventario y caracterización de los residuos sólidos.

Utilizando muestreos y encuestas en terreno se realizó una estimación de la cantidad, composición y/o caracterización de los residuos sólidos domiciliarios, comerciales, industriales y hospitalarios de la ciudad.

En el cuadro que sigue se muestra un resumen de la generación, para el año 1995, de residuos sólidos domiciliarios y comerciales.

Cuadro N° 1

Generación de residuos sólidos urbanos, Antofagasta. 1995

Componente	Residencial (Ton/año)	Comercial (Ton/año)
Matena orgánica	18 047	577
Papeles y cartones	11 046	914
Plásticos	6.568	323
Vidrios	5 025	174
Metales	4.762	538
Otros ²	9.289	2 154
Total	54.737	4 680

En cuanto a la caracterización de los R.S.D., los principales resultados obtenidos por estrato socio-económico se resumen en el cuadro que sigue:

¹Fuente: Estudio y Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la ciudad de Antofagasta, MIDEPLAN, 1995.

² La tracción de otros incluye textiles, gomas, neumáticos, maderas, residuos peligrosos, escombros, entre otros

Gestión de R.S.D.



Cuadro N° 2

Generación y composición de residuos sólidos domiciliarios por nivel socio-económico, Antofagasta³.

	Estrato alto lujo	Estrato alto	Estrato medio	Estrato bajo	Promedio ⁴
Producción per cápita (Kg/hab/día)	1,43	0,72	0,73	0,56	0,66
Generación anual de RS (ton/año)	1 466	1.783	24.374	27.114	54.737 ³
Densidad aparente de los RS (kg/m ³)	187,1	187,1	196,0	225,5	210,08
Componentes principales de los RS (% base húmeda):					
- materia orgánica	38,44	42,19	32,56	32,44	32,97
- papeles y cartones	22,17	18,96	22,94	17,66	20,18
- plásticos	14,10	8,83	12,62	11,53	12
- vidrios	10,05	9,62	8,97	9,3	9,18
- metales	7,96	4,08	7,46	10,14	8,7
- otros	7,28	9,97	15,45	18,96	16,8
Humedad (% base húmeda)	30,2	30,18	25,64	27,51	26,84

³Corresponde a la base y generación total en la ciudad.

⁴ Corresponde a un promedio ponderado, de acuerdo a la generación de cada nivel socioeconómico.



Cuadro N° 3

Composición de residuos sólidos de origen comercial, comparación entre comunas de Santiago y ciudad de Antofagasta.

Componentes	Antofagasta %	Santiago ⁵ Comuna comercial	Santiago Comuna comercial-mixta.
Matena orgánica	12,32	38,5	37,1
Papeles y cartones	19,54	23,9	19,1
Esconas, cenizas y lozas	—	5,4	13,5
Plásticos	6,9	15,3	9,8
Textiles	—	4,4	5,9
Metales	11,5	2,3	3,1
Vidrios	3,72	2,7	1,4

Caracterización de los residuos sólidos industriales.

La metodología utilizada consistió en una encuesta enviada a un grupo de empresas. Sin embargo, aquéllas que contestaron no proporcionaron toda la información requerida, necesaria para determinar factores de generación de residuos para las diferentes actividades industriales. Tampoco fue posible conocer los volúmenes de generación de residuos, puesto que, además de lo anterior, no se dispone de información desagregada de producción física y número de empleados de las actividades industriales para la ciudad de Antofagasta, sólo se cuenta con información de la totalidad de la región.

Inventario y caracterización de residuos sólidos hospitalarios.

Para contar con una estimación aproximada sobre la cantidad y caracterización de los residuos sólidos de origen hospitalario y sanitarios, se realizaron entrevistas a los hospitales públicos y privados de la zona en estudio.

Se determinó que todos los centros hospitalarios encuestados depositan sus residuos sólidos-cenizas provenientes de incineración y desechos asimilables a domésticos- en el vertedero municipal. Cabe agregar, además, que de acuerdo a los valores informados, los factores de generación no son comparables en orden de magnitud, esto principalmente porque los recintos hospitalarios entrevistados desconocen los volúmenes de residuos que generan, por lo cual la información entregada es muy relativa.

⁵ Fuente datos sobre Santiago: Rivas, M.: "Proyección de la generación de residuos sólidos urbanos y su incidencia en el futuro manejo". U. de Chile, abril de 1994.



2. Recolección y Transporte de los residuos sólidos domiciliarios e industriales

Servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos domiciliarios

El servicio de aseo público de la ciudad de Antofagasta es gestionado, dirigido y operado por la municipalidad y por empresas contratistas. Para este efecto cuenta con personal propio para las labores de recolección y transporte, y con empresas privadas (TASUI) subcontratadas para la limpieza viaria y para la operación del vertedero municipal.

Pre-recolección.

La disposición de los residuos sólidos es diferencial de acuerdo a los estratos sociales. Así, se presenta la siguiente situación:

En los estratos altos, la tendencia predominante es que las casas tengan canastillos externos donde depositan las bolsas; por otro lado, en el sector de Jardines del Sur, la recolección de basura se realiza puerta a puerta, sacándola los operarios desde el interior de cada vivienda.

En los estratos medio y bajo, la basura se dispone en cualquier tipo de envases, tales como bolsas plásticas de distintos tipos, cajas de cartón, cajones, tarros y recipientes diversos. En los sectores bajos la situación se presenta más crítica, puesto que la basura se deposita en las calles sin respetar mayormente los horarios de recolección.

Equipos de recolección y transporte.

La municipalidad cuenta con 16 camiones recolectores de caja cerrada, 9 de los cuales han sobrepasado largamente su vida útil, y 2 camiones tolva, para realizar los servicios de recolección y transporte; además, posee 3 camionetas para labores de apoyo y control.

Cobertura de recolección.

La frecuencia de recolección es de dos veces por semana, a excepción de los sectores centro de la ciudad y Jardines del Sur, donde la frecuencia es de 3 veces a la semana.

El horario de recolección es diurno, salvo en el área comprendida entre las calles Riquelme, Av. Grecia, General Velásquez y Manuel Rodríguez, en donde esta se realiza por la noche.



En cuanto a los recorridos, en repetidas ocasiones no se respetan las rutas ni horarios establecidos y, en ocasiones, tampoco se respetan las frecuencias o éstas se modifican.

Limpieza Balnearios.

En la localidades de Coloso y Huáscar, la municipalidad presta servicio de recolección y transporte una vez a la semana, que aumenta a dos veces durante el periodo de verano, incluida la limpieza de playas. En la localidad de Juan López existe recolección dos veces a las semana, incluyendo limpieza de playas, sólo durante el verano. En la localidad de "Km 12" no se realiza recolección en ninguna época.

Frecuencia de viajes a vertedero.

Esta es de 1,5 veces/día, en promedio. Esta frecuencia no es uniforme en los diferentes días de un mismo mes por camión, ni tampoco entre los diferentes camiones. Se ha observado que existen muchos tiempos muertos, debido a fallas mecánicas de los camiones, detenciones prolongadas de los mismos en horas de comidas, e incluso en algunos casos para selección de basuras con valor comercial, entre otras razones.

La cobertura del servicio de recolección y transporte es cercana al 99% de toda la ciudad. Si bien este porcentaje puede considerarse aceptable, la calidad del servicio es regular y, en algunos sectores, deficiente.

Servicio de recolección y transporte de residuos sólidos industriales.

Una gran proporción de las empresas productivas, comerciales y de servicios de la ciudad manejan en forma directa la recolección y transporte de sus residuos sólidos -incluyendo los asimilables a domésticos- a través de personal y camiones propios, subcontratos a terceros o alguna combinación de estas alternativas.

El servicio de recolección y transporte municipal atiende a ciertos sectores de la actividad comercial y de servicios, como son el sector comercial céntrico, colegios, hospitales y actividades comerciales menores distribuidas en la ciudad. Este corresponde al sistema habitual de recolección de rutas definidas, o bien a servicios de diseño especial, como el correspondiente al sector céntrico. Las modalidades de extracción, recolección y transporte antes descritos se efectúan en cualquier día y hora de la semana, dentro de los días y horas de atención del vertedero municipal -al menos las actuaciones controladas-, salvo el servicio municipal que sí tiene calendario y horas de atención.



3. Servicios de limpieza viaria y lugares de uso público.

La limpieza de los sectores centro-norte, central y centro-sur es realizada por la empresa privada TASUI. El resto de la ciudad es atendido directamente por la municipalidad, con personal propio y con el apoyo de 12 personas de la empresa antes mencionada.

Las características principales del servicio se pueden describir de la siguiente manera:

- **Modalidad de aseo:** La limpieza de calles y lugares públicos se realiza en forma manual. Esta cubre los principales sectores de la ciudad en donde las calles y aceras cuentan con algún tipo de pavimento: hormigón, adcretos, baldosas.

- **Equipos de aseo:** La empresa TASUI cuenta con carros lutocares -carros plásticos con ruedas-, escobillones, palas, y otros, todos en buen estado de conservación.

La municipalidad, en cambio, no cuenta con estos equipos, realizándose el barrido con acumulación directa en las calles, siendo recogida más tarde por el camión recolector.

- **Rendimiento de los trabajadores:** La empresa TASUI cuenta con alrededor de 52 personas para cubrir la limpieza de los cerca de 105 kilómetros lineales de calles: esto significa un rendimiento promedio de 2.020 metros por persona.

4. Tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en la ciudad de Antofagasta.

- **Vertedero municipal actualmente en uso: La Chimba.**

El vertedero municipal de la ciudad de Antofagasta se encuentra ubicado en el sector del parque nacional La Chimba, a una distancia aproximada de 12 km. al norte de la misma. El predio, propiedad del Ministerio de Bienes Nacionales, es utilizado desde el año 1970 y tiene una superficie de 93 ha, ocupándose actualmente un área de trabajo de 3 ha.

En las zonas vecinas al sitio cerrado, y en general dentro de todo el predio del vertedero, (es decir, dentro de las 93 ha.), se puede botar prácticamente cualquier tipo de residuos, sin organización, fiscalización ni control alguno. Esta situación da origen a la existencia en el sector de "cachureros", (o recolectores informales al interior del vertedero, que recuperan material desde la masa de residuos acumulados) muchos de los cuales tienen sus viviendas en el mismo predio.



Las direcciones predominantes de los vientos existentes es de Sur-Oeste y Norte, con una frecuencia mayor de la dirección Sur-Oeste; con lo cual, los olores que se producen en el vertedero son mayoritariamente arrastrados hacia zonas deshabitadas.

· Disposición de Residuos

El vertedero actualmente en uso comenzó a funcionar en abril del año 1993. El horario de atención es diurno, pero se cuenta con un servicio de portería y vigilancia durante las 24 h. del día. Los residuos que se depositan en el vertedero corresponden principalmente a los recolectados por el municipio.

También ingresan al vertedero otro tipo de residuos transportados por particulares, dentro de los cuales se incluyen residuos comerciales, industriales, residenciales, hospitalarios, y otros. La Municipalidad no cobra a los particulares por disponer sus basuras en el vertedero ni en ningún lugar del predio. Sin embargo, la municipalidad es responsable de su mantenimiento y preservación ambiental y sanitaria.

· Características del terreno

El área donde está ubicado el vertedero corresponde a una terraza marina que se desplaza hasta los contrafuertes de la Cordillera de la Costa. Los suelos se caracterizan por ser ligeramente ondulados, ocupando una posición de plano inclinado. Son profundos, de texturas normalmente arenosas y de buen drenaje.

El agua subterránea es prácticamente inexistente debido a la escasa precipitación y tamaño de la hoya aportante.

· Control de acceso e instalaciones de infraestructura física

El sitio del vertedero, 3 ha, está cercado en todo su perímetro por panderetas de hormigón y cuenta con un portón de entrada.

La vía de acceso es de tierra y se encuentra en un estado de conservación deficiente. Esta vía cruza, en toda su superficie, áreas de basurales de gran extensión.

Cabe agregar que las instalaciones del personal de vigilancia son altamente inadecuadas, a lo cual se agrega que el vertedero está rodeado de un gran basural, generando deficientes condiciones de trabajo. Por otra parte, el personal no cuenta con implementos de trabajo y seguridad que requiere la faena, como tampoco con un programa de salud.

El sistema de pesaje de los camiones recolectores municipales, se encuentra ubicado a una distancia del orden de 3,5 km con respecto al lugar de ingreso al vertedero, lo cual dificulta el control de los mismos. Entre tanto, los camiones particulares no son pesados y su control es sólo visual.



• Técnicas y modalidad de operación.

Los residuos son depositados directamente sobre el suelo, aprovechando la depresión del terreno existente. El material de recubrimiento se extrae del mismo sitio mediante un cargador frontal.

La técnica de construcción del relleno y el manejo del vertedero son totalmente inadecuados. Las capas de relleno, (basura), tienen un espesor demasiado alto (mayor a 6 m.) y no existe un plan de relleno por medio de celdas, sino que la basura se bota y acumula en distintos frentes de trabajo, según la disponibilidad de terreno.

Normalmente las basuras no son cubiertas de inmediato lo que provoca la permanencia y proliferación de una gran población de plagas, especialmente jotes, que se constituyen en elementos de probable transmisión de enfermedades.

No se verificó la ejecución de un adecuado y permanente programa de control de vectores como ratas, pulgas, moscas o mosquitos u otro tipo de control sanitario.

• Botaderos municipales abandonados

Los botaderos abandonados de la ciudad se concentran principalmente en parte del predio actualmente en uso por la municipalidad y en las quebradas ubicadas en la zona norte del mismo. Estas zonas fueron utilizadas por la municipalidad durante los años 1970 a comienzos de 1994, para disponer la basura a "cielo abierto", siendo abandonada sin un tratamiento adecuado de cobertura de cierre, y sin una política de recuperación del suelo; por lo cual la basura aún se encuentra expuesta. Lo anterior, además de los problemas sanitarios, atrae la presencia de "cachureros", que exponen constantemente al ambiente nuevos frentes de basuras.

• Botaderos ilegales más relevantes.

Los botaderos ilegales más relevantes, definidos por la extensión de terreno que cubren, el volumen de basuras presente, la permanencia estable en el tiempo y los posibles impactos ambientales y sanitarios negativos, están localizados en las quebradas y pendientes de cerros en los lugares altos de la ciudad, y dispersos en el plano de la misma. En la mayoría de ellos, predominan los escombros y otros materiales secos inertes, con lo cual se reducen sus impactos negativos tanto ambientales como sanitarios.

En general, todas las quebradas que tienen acceso para vehículos han sido, y son, usadas en algún momento como vertederos. Entre ellas se encuentran las quebradas de Bonilla; Salar del Carmen o Caracoles; y la Cadena, que sirvió antiguamente de botadero a cielo abierto.



• Tratamiento de residuos bio-médicos y quirúrgicos.

El Hospital Regional y la Clínica Central cuentan con incineradores para tratar los residuos biomédicos y quirúrgicos y biológicos. Las cenizas, residuos de este sistema de tratamiento, son depositadas en el vertedero municipal. El Hospital Regional también presta servicios de incineración de residuos peligrosos y contagiosos a otros servicios públicos y privados.

5. Organización administrativa para los servicios de aseo.

Para cumplir su mandato legal en materia de aseo, la Municipalidad de Antofagasta cuenta con una Dirección de Aseo, la que fue reorganizada a partir de la anterior Dirección de Aseo y Ornato. Esta consistió en transferir las funciones de la unidad de ornato a la recién creada Dirección de Medio Ambiente y Ornato.

En esta dirección trabajan 102 personas y los cargos de jefaturas superiores son un director de aseo y un jefe del departamento de aseo. Por otra parte, se cuenta con una unidad de mantención, de 9 funcionarios, y una planta administrativa general de 12 funcionarios.

6. Sistemas económicos y financieros municipales

En esta sección se revisa la situación de la municipalidad respecto a los costos del servicio de aseo y los cálculos tarifarios del mismo.

a. Costos del Servicio de Aseo Municipal

Las tarifas del servicio de aseo se determinan de acuerdo a lo señalado por la Ley de Rentas Municipales. Se determina el costo real anual del servicio de aseo domiciliario y se distribuye dicho costo por igual entre los usuarios, este valor regirá para los usuarios al año siguiente. Cabe recordar que aquellos ocupantes de predios cuya tasación sea inferior a 25 Uf están exentos de este pago.

Cuadro N° 4

Costo del servicio de aseo ciudad de Antofagasta, y tarifas períodos desde 1989 a 1994.

ANTOFAGASTA PERÍODO					
	7/89-6/90	7/90-6/91	7/91-6/92	7/92-6/93	7/93-6/94
Costo real del servicio en \$:	115.213.517	156.886.173	179.489.291	243.840.416	358.212.704
Total de usuarios(N°)	42.443	43.721	44.928	51.790	55.712
Tarifa anual usuano (en \$)	2.715	3.588	3.995	4.708	6.430
Generación de basura, Ton	34.372	38.642	41.443	43.621	46.813
Costos unitarios:					
\$/ton basura	3.352	4.060	4.331	5.590	7.652
UF/ton basura	0,56	0,54	0,50	0,57	0,68
\$/1.de basura	0,90	1,16	1,16	1,51	2,07
UF/m3 de basura	0,15	0,15	0,13	0,15	0,19

Se observa que en los periodos 92/93 y 93/94 hubo un incremento en los costos unitarios de los servicios de aseo de un 14% y un 18% respectivamente. Estas alzas se deben principalmente a la contratación de servicios de terceros para servicios de vigilancia y aseo de oficinas y, mayoritariamente, a incrementos de los servicios prestados por contratistas en la actividad de "reacondicionamiento del basural", las cuales, sin embargo, no han incidido apreciablemente en las operaciones del vertedero "La Chimba".

b. Aspectos financieros

En el cuadro que sigue se muestra un resumen de la situación tarifaria de los servicios de aseo en la ciudad, y su efecto financiero sobre el presupuesto municipal.



Cuadro N° 5

Tarifas y sus efectos financieros sobre el Presupuesto Municipal

	Periodo julio/93 a junio/94 Antofagasta
· Costo anual servicio aseo ⁶	
· Usuarios:	\$ 358.212.704
N° total usuarios	55.712
N° total predios afectados	12.586
N° total de patentes	6.323
% predios exentos	76%
· Tarifa del servicio de aseo (por hogar)	\$6.430
· Ingresos municipales por servicio de aseo ⁸	\$ 121.584.870
· Déficit presupuestario municipal por servicios de aseo ⁷	\$ 236.627.834
· % de déficit respecto al costo total	66%

Del cuadro anterior se desprende que solo un 24% de los usuarios del servicio de aseo domiciliario paga el derecho municipal.

⁶ Todas las cantidades son en \$ a junio de 1994

⁷ Se consideran solo los ingresos percibidos por el servicio de recolección normal. Es decir, no se han contabilizado los ingresos percibidos por los servicios de recolección especial, que no afectan significativamente el análisis.

Evaluación general de la situación actual de la gestión y manejo de los residuos sólidos

1. Clasificación, acopio y almacenamiento en origen.

RS domiciliarios y comerciales.

En la ciudad de Antofagasta, no existe un programa establecido de acopio, clasificación y almacenamiento en origen de residuos sólidos reciclables residenciales y co-merciales.

Tampoco se aprecia una actitud voluntaria de las personas de separar sus basuras, según el potencial de reciclaje o según los riesgos de accidentes que puedan ocasionar al personal de recolección (por ejemplo: cortaduras por vidrios).

RS industriales.

No fue posible estimar factores de generación de residuos sólidos para las diferentes actividades industriales manufactureras, debido a que las empresas en cuestión no proporcionaron toda la información requerida, o bien, no contestaron la encuesta enviada.

Factores internacionales de generación de residuos industriales sólidos.

En subsidio a lo anterior se procedió a intentar estimar los volúmenes de generación de residuos industriales sólidos, RIS, a partir de las tasas de generación de desechos sólidos industriales según los modelos INVENT⁸ (kg/mes/Nº empleados) y de la Organización Mundial de la Salud, OMS, (Kg/u.p.⁹), pero tampoco fue posible al no disponerse de información específica de la producción física y/o número de empleados de las empresas, desagregado para la ciudad de Antofagasta.

En todo caso, el tema de los residuos industriales manufactureros cobra una importancia secundaria, debido a que esta ciudad tiene problemas más serios respecto a los RS domiciliarios, y carece de una industria manufacturera relevante en cuanto a tamaño y cantidad de residuos generados.

⁸ INVENT: Industria Waste Prediction Model, Banco Mundial, 1990.

⁹ Unidad productiva.



2. Recolección y Transporte.

Con una frecuencia de recolección de 2 días a la semana en prácticamente toda la ciudad, y con 3 días a la semana en el sector de Jardines del Sur, la población atendida, de acuerdo a cifras proporcionadas por la municipalidad, alcanza al 99% del total, con una regular calidad del servicio, en opinión también de la municipalidad. Sin embargo, la ciudad presenta cierto desaseo generalizado, en especial en los sectores periféricos altos, así como también se destaca la presencia de numerosos microbasurales en la vía pública, lo cual permite suponer que el servicio de aseo, recolección y transporte es mucho más deficiente que lo que se puede inferir.

Un problema que se manifiesta con características graves, es que la municipalidad no brinda un adecuado servicio de recolección de desechos especiales, escombros u otros. De esta forma, la población se ve obligada a disponer por sus propios medios de dichos desechos, ya sea botándolos directamente en la vía pública o en basurales ilegales, o pagando a terceros para su recogida y transporte, lo cual, en la mayoría de los casos, tampoco asegura su disposición en el vertedero autorizado.

Con respecto al cumplimiento de frecuencias y horarios de recolección, se ha podido comprobar que en el servicio de recolección y transporte existe una especie de anarquía, debido a la mínima programación de rutas de recolección y a una importante no observancia y respeto de las rutas y horarios.

3. Limpieza viaria y lugares de uso público.

De acuerdo a publicaciones de la Asociación Americana de Trabajos Públicos, las frecuencias de limpieza recomendadas para diversos sectores son las que siguen:

- Sectores céntricos: frecuencia diaria, con limpieza nocturna cuando sus calles están libres de tráfico y autos estacionados (recomendación para limpieza mecánica).
- Sectores de tráfico moderado: frecuencia semanal.
- Sectores residenciales: frecuencia una vez cada 2 semanas.

De acuerdo a estas normas, el servicio de limpieza viaria y lugares de uso público de Antofagasta, cumple con los cánones normales y usuales de frecuencia para sectores céntricos.



4. Tratamiento y disposición final.

Actual vertedero en uso.

Como se exponía en el punto anterior, el manejo técnico, ambiental y sanitario de la operación del vertedero es totalmente inadecuado. Además, en el vertedero no se da cumplimiento a la legislación sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo y no cuenta con los permisos del Servicio de Salud para su instalación y operación.

El vertedero presenta problemas de contaminación del aire, básicamente olores, sanitarios y paisajísticos, en cambio, por las condiciones de clima y suelo, no existe generación de biogás relevante.

Vida útil del actual vertedero.

Si el análisis se remite al cumplimiento de la normativa legal, el actual vertedero debería ser clausurado.

Si en el futuro inmediato se da cumplimiento a la normativa legal vigente, el relleno se maneja en forma adecuada -con un buen plan de construcción de celdas- y en armonía con el medio ambiente, y fuera el área disponible de al menos 20 ha., la vida útil del vertedero puede estimarse de 10 a 15 años.

Residuos de origen hospitalarios e industriales.

Respecto a los primeros es posible afirmar que los hospitales y clínicas de la ciudad de Antofagasta, realizan un manejo adecuado de sus residuos peligrosos mediante la incineración. En relación a los segundos, aproximadamente el 1% de ellos, se puede catalogar como peligrosos. Estos residuos son dispuestos en el vertedero municipal, en el basural externo a éste, o en otros lugares ilegales, mezclándose así con residuos no peligrosos. Esto implica que el total de esta mezcla sea potencialmente peligrosa.

5. Administración y Finanzas.

Aspectos de administración

La ciudad de Antofagasta carece de una organización formal, de carácter permanente y multidisciplinaria, que esté a cargo de la gestión y manejo de los residuos sólidos, a partir del flujo Origen-Recolección-Transporte-Tratamiento-Disposición fina. Ello conlleva, además, la ausencia de una planificación integrada, y de definiciones estratégicas de mediano y largo plazo.



Proyecciones y Pronósticos

Pronósticos y proyecciones de generación de residuos sólidos.

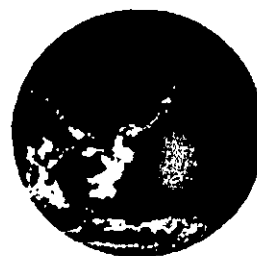
Residuos sólidos domiciliarios.

Son numerosos los factores que influyen en la producción y composición de la basura domiciliaria. Los estudios que se han realizado a nivel nacional e internacional, demuestran que las características y generación de residuos varían a través del tiempo, de ciudad en ciudad o de un país a otro, según los niveles de ingreso de la población, los hábitos de consumo, el periodo estacional, las características del área urbana, las políticas sobre reducción y clasificación en origen, reciclaje, entre otras. De la misma forma, las proyecciones de generación y composición presentan tendencias no esperadas.

Proyecciones de generación de residuos sólidos domiciliarios.

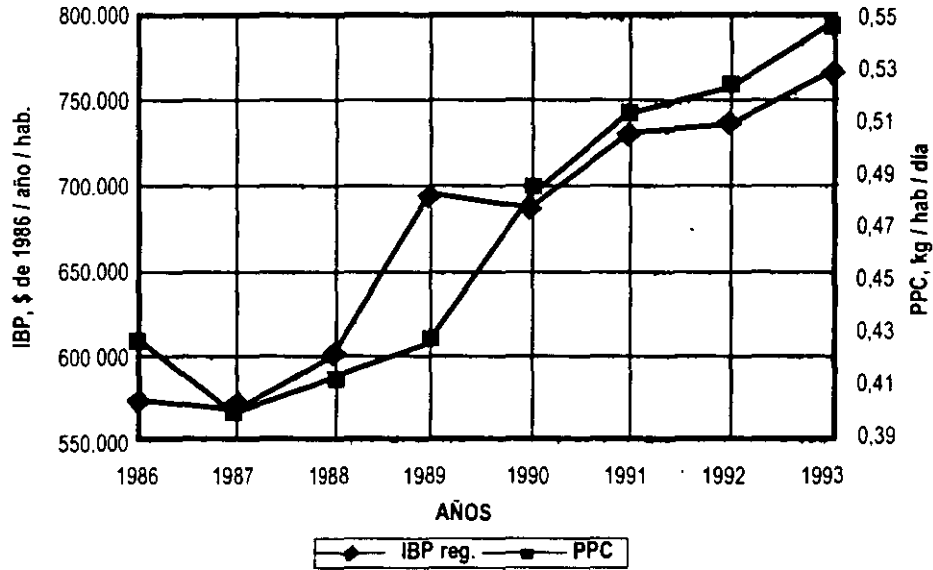
En numerosos estudios se ha logrado establecer la dependencia directa, y con un muy buen nivel de correlación, de la producción per capita de basuras (PPC) con el nivel de ingresos de la población. Esta dependencia resulta evidente considerando que la producción de basuras está relacionada con el nivel de consumo, que a su vez es función del nivel de ingresos.

Gestión de R.S.D.



Cuadro N° 6

Producción per cápita de basuras en la ciudad de Antofagasta en función del ingreso bruto per cápita regional (IGPR).



Para modelar la generación de residuos sólidos, se puede pensar en la teoría de la función consumo keynesiana, la que hace depender el consumo agregado (a nivel macroeconómico) del nivel de ingreso de la población, dada esta situación, podemos deducir, en forma lógica que la generación de residuos (que depende en forma directa del consumo), dependerá en forma directa del ingreso agregado. El modelo de generación de basuras, para Antofagasta, que mejor representa la serie histórica del cuadro anterior es el siguiente:

$$(PPC)^* = 0,0023 + 7 \times 10^{-7} \times \ln (IBP_{RE})$$

El resultado de la aplicación del modelo para la ciudad de Antofagasta, permite predecir la producción futura de basuras. Desde luego, estas predicciones son válidas en la medida que se mantengan las mismas condiciones controlantes de la serie histórica, en especial las proyecciones de IBP, -proyecciones efectuadas por KSB Chile-. Estas se resumen en el cuadro que sigue:



Cuadro N° 7

Proyección de residuos para la ciudad de Antofagasta
para el período 1995-2005

Año	(PPC)* modelo (kg/hab/día)	Población (hab.)	Basura (ton/año)
1995	0,597	238 310	51.950
1996	0,621	241.911	54.861
1997	0,646	245.567	57.940
1998	0,676	249.279	61.478
1999	0,706	253.046	65.239
2000	0,738	256.870	69.238
2001	0,772	260.491	73 416
2002	0,807	264 164	77.853
2003	0,844	267.888	82.566
2004	0,883	271.665	87.571
2005	0,924	275.495	92.887

De acuerdo a los valores presentados en la Tabla anterior, la generación de basuras para el año 1995 correspondería a 52.000 toneladas, aproximadamente.

En contraste con lo anterior, la estimación efectuada en el contexto del Estudio a partir del muestreo realizado en marzo de 1995, indica una generación de aproximadamente 59.000 Ton/año de residuos (54.700 Ton/año de residuos sólidos domiciliarios y 4.300 Ton/año por generación de basuras en el sector comercial de la ciudad).

Las diferencias probablemente se deban a que para la modelación del PPC en función del IBP, los valores de Producto Interno Bruto (P.I.B.) de la II Región para los años 1994 y 1995, fueron estimados, ya que a la fecha de realización del Estudio no se conocían oficialmente.

Las cifras señaladas en el cuadro N° 7, son susceptibles de modificarse en función de la aplicación de políticas futuras orientadas a modificar los hábitos de consumo, la reducción en origen, el reciclaje, entre otros.

Gestión de R.S.D.



Sitios de disposición final de residuos sólidos

Vertedero actualmente en uso.

Estimación de la vida útil

Cabe señalar que las estimaciones que se presentan a continuación están basadas sólo en el uso físico de los terrenos, sin consideración de acciones legales, políticas administrativas u otras que pudieran disponer el cierre anticipado de los vertederos.

Si se mantiene la situación actual -excluyendo la disminución de residuos sólidos a disposición final, por efecto de los programas de recuperación y reciclaje-, y de acuerdo a las proyecciones de generación de basuras entre los años 1995 y 2005 de aproximadamente 774.610 Ton, se necesitarían 16 ha. para su disposición (supuesta una altura de relleno promedio similar a la actual).

Medidas de corrección para extender la vida útil del vertedero

Con el objeto de mejorar la operación del vertedero, tanto en sus aspectos técnicos y ambientales, como sanitarios, y que permitan sostener el funcionamiento de éste, se recomienda ejecutar las medidas de corrección que se resumen en el cuadro que sigue:



Cuadro N° 8

Medidas de corrección propuestas para la operación del vertedero actualmente en uso.

Periodo de Ejecución	Medidas de Corrección
Corto plazo (inmediato, 1996 - 1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción adecuada de celdas (taludes, altura, compactación y cubrimiento diario de las basuras con espesor de tierra no inferior a 20 cm) • Construir cierre opaco en todo el perímetro de trabajo del vertedero. • Uso de mallas frente a la celda en construcción. • Cierre de todo el perímetro del área de 93 ha. • Construir drenajes para la eventual generación de biogás. • Dotar al personal de elementos de trabajo y protección según normas. • Poner en práctica el control de ingreso de residuos según procedencia. • Construcción del camino de ingreso y caminos interiores del vertedero • Preparación de tres áreas (independientes) para el depósito de los residuos: <ul style="list-style-type: none"> -Para desechos inertes. -Para desechos domiciliarios y -Para desechos industriales (transitorio) • Adecuar correctamente las señalizaciones de camino y en especial las distintas áreas de descarga • Cambiar el sistema de pesaje actual al lugar de ingreso al vertedero.

Plan director o Plan de manejo

El Plan Director de las ciudad de Antofagasta contempla los siguientes grandes temas:

- Control de la producción y clasificación de residuos sólidos-reciclaje.
- Recolección y transporte. Planificación, gestión y mejoramiento del sistema.
- Limpieza viaria.
- Análisis técnico ambiental de alternativas de manejo de residuos sólidos.
- Recuperación de botaderos abandonados e ilegales.
- Análisis de Prefactibilidad económica de alternativas de manejo integral de los residuos sólidos.
- Presentación al público de los principales resultados del estudio. Formas de participación del público.

Gestión de R.S.D.

1. Control de la producción y clasificación de residuos sólidos/reciclaje.

Reciclaje

Aunque no es una técnica nueva, la recuperación, clasificación y reciclaje de residuos se está tornando en un aspecto cada vez más importante de la gestión municipal de los residuos sólidos, toda vez que desvía una porción significativa del flujo total de basuras que se depositan en los vertederos. El reciclaje es más que la sola separación y recolección de los materiales recuperables. Estos tienen que ser re-procesados y reutilizados completando así el ciclo del reciclaje.

Participación comunitaria

Para que un programa de reciclaje consiga sus objetivos requiere en forma insustituible, la colaboración de la comunidad, para lo cual se hace imprescindible lograr su participación en forma decidida, tanto de los particulares como de los comerciantes e instituciones.

Clasificación y Recuperación en origen

El sistema más efectivo de recuperación de materiales de desecho es el logrado por los programas de separación y clasificación en origen.

Para la ciudad de Antofagasta, se recomienda implantar un programa de clasificación en la fuente, con colecta selectiva. Estos programas se refieren a la separación de los materiales de reciclaje en el punto de su generación, esto es hogares, comercio, e instituciones.

a) Recuperación residencial

• Residencias unifamiliares

Este programa debe contemplar, al menos, la separación de los materiales recuperables en tres grandes fracciones: papeles y cartones, botellas de vidrio -blanco y color-, y metales.

En una primera etapa, el almacenamiento de los materiales recuperables debe hacerse en envases económicos y seguros. Para papel y cartón se recomienda el uso de bolsas plásticas de color distinto a las usadas para la basura común. Para el caso del vidrio sólo se deben recuperar las botellas, las cuales deberán ser almacenadas, al menos, en cajas de cartón corrugado u otro envase seguro. Con respecto a los metales se

recomienda la separación entre ferrosos y aluminicos, depositándose en recipientes con buena resistencia mecánica, como por ejemplo de material plástico (PVC).

- **Residencias multifamiliares**

En las residencias multifamiliares, especialmente en los edificios de departamentos, el problema de espacio para almacenamiento es un problema mayor que en el caso de los barrios con residencias unifamiliares. En este caso, una opción es que los residentes lleven sus materiales reciclables a un área central de almacenamiento dentro del complejo.

b) Recuperación Comercial

Los materiales recuperados en los programas de recuperación comercial incluirán: papel de oficina, cartón corrugado, periódicos, vidrios. Los programas pueden ser dirigidos, entre otros, a edificios de oficinas, restaurantes, colegios y escuelas, y supermercados.

c) Programas de recolección

- **Centros de Recolección para entrega voluntaria**

Un programa de entrega voluntaria en un centro de recolección requiere que las personas lleven ellas mismas los materiales recuperados a éste. Estos centros pueden ser de varios tipos, que van desde puntos o lugares de recolección de un solo material, por ejemplo, contenedores dispuestos en distintos lugares públicos, hasta centros dotados de personal para recolección de materiales múltiples.

Para alentar e incentivar la participación en programas de este tipo, los que han tenido más éxito han dispuesto los centros de recolección de manera que su ubicación sea lo mas conveniente posible para los usuarios, donde para ellos llevar los materiales es "aprovechar el viaje". También se ha establecido que son convenientes los centros de recolección móviles, puesto que pueden ser trasladados periódicamente a nuevos puntos.

- **Programas de recolección en las aceras**

En un sistema de recolección en las aceras, los materiales reciclables clasificados en la fuente son recogidos separadamente de la basura común, tanto en los sectores residenciales como comerciales. Debido al hecho que los residentes y comerciantes sólo necesitan transportar los materiales reciclables hasta la acera de su casa o negocio, la participación del público es mucho mas alta que en el caso de los programas con centros de recolección voluntaria.



2. Recolección y Transporte. Planificación, Gestión y Mejoramiento del sistema.

Alternativas de manejo seleccionadas.

Las alternativas recomendadas de manejo de basuras, para la ciudad de Antofagasta, se resumen en el cuadro que sigue

Cuadro N° 9

Nuevas modalidades de manejo de residuos sólidos y sus principales ventajas

Actividad	Modalidad actual	Modalidad propuesta	Ventajas de la modalidad propuesta
1 Recolección	<p>Se acepta gran variedad de recipientes de almacenamiento de basuras.</p> <p>·Se hace uso intensivo de mano de obra.</p>	<p>·Se aceptan recipientes estandarizados, eliminándose el uso de grandes tambores metálicos.</p> <p>·Se recomienda el uso masivo de grandes contenedores y contenedores de tamaño mediano para grupos de viviendas y sectores de difícil acceso</p>	<p>·Se mejora la cobertura y calidad del servicio</p> <p>·Se promueve la reducción de mano de obra.</p> <p>·Se promueve la seguridad de los trabajadores y su mejoramiento de productividad</p> <p>·Uso de recipientes estandarizados</p>
2 Transporte	<p>Uso de vehiculos recolectores de carga trasera con empleo de camiones para carga general</p>	<p>Uso de vehiculos recolectores de carga trasera y carga lateral, con camiones con caja automatica adaptados para servicio de recoleccion de basuras</p> <p>Uso de camiones para carga de pequeños, medianos y grandes contenedores</p>	<p>·Mejoramiento de la productividad del servicio.</p> <p>·Reducción de costos de operación</p>



Actividad	Modalidad actual	Modalidad propuesta	Ventajas de la modalidad propuesta
3 Limpieza viaria	Barrido manual (100%)	<ul style="list-style-type: none"> Barrido manual con apoyo de triccios motonizados para alcanzar pequeñas centrales de acopio intermedio. Se recomienda explorar seriamente la posibilidad de usar barrido mecánico 	<ul style="list-style-type: none"> Mejoramiento de la productividad y calidad del servicio Reducción de costos de operación para la misma calidad y cobertura.
4. Clasificación en origen/reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> Existe una recuperación informal llevada a cabo por cartoneros u otras organizaciones. No existe la clasificación en origen realizada en forma extendida y metódica tanto a nivel residencial como comercial e institucional. 	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda la implantación de planes piloto de recuperación de materiales reciclables mediante clasificación en origen. Si resulta atractivo y se cumplen las metas propuestas se deben extender los programas a toda la ciudad. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción del volumen de basuras que van a sitio de disposición final. Esto significa una reducción de costos para la municipalidad por concepto de reducir la cantidad de basura a transportar y a disponer en el vertedero. Aumento de ingreso para las personas o instituciones a cargo de la recolección y comercialización de los materiales recuperados. Beneficios de preservación del medio ambiente y reducción de costos de operación en las fábricas que usan materiales reciclables.
5 Disposición Final	<ul style="list-style-type: none"> Uso de vertederos mal manejado, tanto técnica como ambiental y sanitariamente 	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de un relleno sanitario, en un plazo no superior a 3 años. Continuar el uso del actual vertedero la Chimba hasta el término de su vida útil, siempre y cuando se mejoren las condiciones de operación actual y se construyan las obras de ingeniería tendientes a la protección del medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar los actuales vertederos, permite seguir operando en un plazo bastante prudente. Este plazo debe conducir a la implementación definitiva de un relleno sanitario en el actual sitio Esta es la mejor solución costo-efectiva



3. Recuperación de botaderos abandonados e ilegales.

En el Plan de Manejo también se propone el diseño de un plan de recuperación de botaderos abandonados e ilegales, con el fin de controlar probables focos de contaminación, y asegurar que en el futuro estos sitios no seguirán utilizándose como botaderos ilegales.

Recuperación de vertederos abandonados.

Un plan de recuperación de vertederos contempla las siguientes etapas:

- Conocer las características del depósito, considerando:

- Los tipos de desechos dispuestos.
- Estado de los residuos depositados.
- Espesor de los residuos.
- Estabilidad de la masa de residuos.
- Área total involucrada con dichos residuos.
- Periodo de operación del vertedero.
- Accidentes o eventos especiales producidos en el área como consecuencia del depósito.
- Determinación de migración de gases u otros subproductos.
- Presencia de vectores sanitarios.
- Posibilidades de avalancha debido a aluviones.
- Topografía del sitio.

Esta etapa es de suma importancia ya que a través de ella se podrá establecer si se requieren obras especiales e inclusive se puede considerar hasta el retiro de los residuos para posteriormente ser dispuestos en un lugar especialmente acondicionado para ello - esto se conoce como remediación de terrenos -.

- Realizar un estudio de los requerimientos de obras adicionales necesarias para el correcto desarrollo del plan de recuperación: muros de cierre, movimientos de tierra, caminos, y otros.
- Definición del uso futuro del área recuperada, de acuerdo a las actividades que se desarrollan aledañas al depósito y al plan regulador de la comuna.

Conocido el uso futuro del área se deberá proceder a confeccionar el proyecto, en el cual se deben incluir al menos:

- Delimitación del área considerada en el plan de recuperación.
- Emplazamiento de las obras.
- Diseño de la cobertura final del depósito de residuos.
- Programa de recuperación del terreno y plan de manejo.



- Programa de mantención y seguridad del área.
- Plan de contingencias.

Recuperación de sitios de basurales ilegales.

En la mayoría de los basurales ilegales existentes en Antofagasta se han depositado residuos de distintas actividades. Los sitios más importantes en cuanto a tamaño y a efectos negativos ambientales son los ubicados en quebradas, por ejemplo, quebrada El Way, Caracoles, entre otras; y el borde costero.

Por esto, es indispensable contar con un programa de trabajo que permitan identificar claramente las características del depósito, sus efectos actuales sobre el medio ambiente y los efectos sanitarios, y las bases para la formulación de un programa de recuperación del área, o de medidas a implementar para revertir efectos negativos originados por la disposición de los residuos.

4. Análisis de prefactibilidad económica de alternativas de manejo integral de los residuos sólidos.

Las estimaciones de costo-beneficio para el plan de manejo sugerido para la ciudad de Antofagasta se basan en las siguientes consideraciones:

- El servicio de recolección y transporte continúa operando de la misma manera que lo hace actualmente, es decir, la Municipalidad de Antofagasta es la encargada de explotar el servicio.
- El actual vertedero de La Chimba será sometido a acciones y construcción de obras de ingeniería, tendientes a proteger al medio ambiente, evitar problemas sanitarios y mejorar su operación. El plazo para realizar tales tareas es de 3 años a partir de 1996, inclusive.
- Desde el año 1999 en adelante, el actual vertedero en uso operará como un relleno sanitario propiamente tal, ya sea operado por concesión a una empresa privada o bien operado directamente por la municipalidad.
- Los costos asumidos por la municipalidad deben representar el costo real de la explotación.

Para el relleno sanitario, se deberá incurrir y cubrir todos los costos de la explotación, desde las obras civiles, ingeniería de proyecto, y otros, hasta el abandono final del sitio del relleno.

Gestión de R.S.D.

Recolección y transporte.

El costo de recolección y transporte para la municipalidad de Antofagasta es del orden de 0,52 UF/Ton. basura (valor para el periodo julio 1993-junio 1994). No se consideraron, en este valor, los leves cambios de costos unitarios producidos cada vez que se incorpora un nuevo camión recolector o cada vez que alguno se da de baja.

Si se decidiese entregar el servicio de recolección y transporte a un privado, este costo deberá incrementarse dependiendo de las inversiones (vg: compra de camiones nuevos, contenedores, y otros) y el margen de utilidad que éste determine. A modo de referencia, se puede mencionar que el costo de recolección y transporte para la Municipalidad de Concepción, que posee un servicio privado, es de alrededor de 0,9 UF/Ton. basura.

Sitios de disposición final.***Costos corrección actual vertedero.***

En cuanto a los costos asociados a las medidas de corrección para el actual sitio de disposición final, el vertedero La Chimba, implicarán un costo de 8.333 UF en inversiones y 1.533 UF en costos de operación, en el periodo 1996-1998. Con ello, es posible estimar que el costo de disposición de basura para la municipalidad se incrementará en 0,051 UF/t. en este periodo.

Costos implementación y operación actual vertedero como relleno sanitario.

Se consideró que desde el año 1999 en adelante el vertedero La Chimba operará como un relleno sanitario. Los costos involucrados para realizar un proyecto de esta envergadura son de 32.667 UF en inversiones y 25.767 UF en costos de operación total.

Estos costos fueron calculados considerando lo siguiente:

- El horizonte de evaluación es a 10 años.
- La cantidad promedio de desechos a depositar en el vertedero, durante el periodo 1999-2005, será de 78.000 t./año.
- El terreno calculado para disponer el total de desechos generados durante los 10 años, es un área de 15 ha. A partir de allí, se ha estimado que el área de avance será de 1,5 ha/año, en promedio.

5. Ingresos y ahorros de un posible programa de reciclaje.

A continuación se presenta un resumen de los ingresos y ahorros que generaría un programa de recuperación y reciclaje. Estos se producirán a partir del año 1999 cuando esté plenamente operativo el programa.

Ingresos

La venta de materiales reciclables (metales, vidrios, cartones y papeles) producirá un ingreso a quienes los recolecten y comercialicen.

La proyección de la cantidad total de materiales recuperados a partir del año 1999 se ha realizado en base a las cantidades estimadas para el año 1995, aplicando las tasas de crecimiento de las cantidades totales de basuras generadas. En los cuadros que siguen se presentan, primero, las estimaciones de los ingresos a percibir, y luego, los ahorros.

Cuadro N° 10

Proyección de ingresos por venta de materiales reciclables por efecto del programa de reciclaje y clasificación en origen, en la ciudad de Antofagasta.

Fracción recuperable	Ingreso directo por venta UF/AÑO						
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1. Papeles							
Calidades 1 y 2	2.881	3.057	3.241	3.438	3.644	3.867	4.101
Mixtos	674	715	758	905	905	905	959
Dianos	434	460	488	518	617	582	617
2. Cartones							
Corrug y duplex	2.260	2.399	2.543	2.698	2.860	3.034	3.218
Otros	301	319	338	359	380	404	428
3. Vidrios							
Color	903	958	1.015	1.077	1.142	1.212	1.285
Bianco	680	722	765	812	860	913	968
4. Metales							
Ferrosos	2.367	2.512	2.663	2.825	2.994	3.177	3.369
Total	10.500	11.142	11.811	12.531	13.402	14.094	14.945

Cuadro N°14

Proyección de potenciales ingresos y ahorros, por efecto del programa de reciclaje y clasificación en origen, para la municipalidad de Antofagasta.

Año	Material recuperado Ton/año	Potenciales ahorros para la municipalidad		
		Por disminución de recolección y transporte	Por menor cantidad de desechos a sitio de disposición	Total
		UF/año	UF/año	UF/año
1999	8 896	4 546	3.541	8.087
2000	9.441	4.825	3.756	8.581
2001	10.008	5 114	3.983	9.097
2002	10.617	5 425	4.226	9.651
2003	11.255	5 751	4.480	10.231
2004	11 942	6.102	4.753	10.855
2005	12 664	6 471	5.040	11.511

Costos Reciclaje

Estos pueden dividirse en dos tipos:

- Costos de recuperación de material para reciclar.
- Costos de reciclaje propiamente tal, que dependen del proceso industrial de tratamiento utilizado para los distintos materiales reciclables: metales, vidrios, cartones y papeles.

Los costos del segundo aspecto, dependerán de los distintos procesos técnicos y de los diferentes materiales que se empleen como insumos. Así, en el caso de la industria del papel, los procesos industriales dependerán del tipo de papel recuperado, de su calidad, contenido en tintas y tinturas, y otros aspectos técnicos, que harán más o menos costosa su reutilización. En el caso de los metales, vidrios y envases de aluminio, los procesos técnicos involucrados serán más o menos complejos y costosos dependiendo de la limpieza -de tintas y otras aleaciones- con que sean recuperados.

En lo referente al costo de recuperación, se puede hacer una estimación en función de antecedentes obtenidos en diferentes partes del mundo, haciendo las correcciones necesarias derivadas de la calidad de los RS, costo y calidad de la mano de obra, y otros. Así, de acuerdo a la National Resource Recovery Association de EEUU, la inversión estimada a realizar para un centro de recuperación de material para reciclar fluctuaría entre US\$4.000 y US\$8.000 por tonelada de material (esto es, entre UF130 a UF260). De este modo, una planta diseñada para recuperar 100 toneladas por día costaría, en equipos, entre US \$400.000.- y US \$800.000.- más terrenos e instalaciones, se usa un factor de expansión 2,5, lo que significa una inversión total de uno a dos millones de dólares estadounidenses.



En el caso de Antofagasta, la cantidad por día a recuperar equivale a 25 t., en promedio para el período 1999-2005, estimándose una inversión de US \$400.000 a US \$800.000.

En lo referente a los costos de operación debe tenerse presente que, del total de material ingresado a la planta de recuperación, existirá un probable rechazo y vuelta al vertedero del 40%. Se ha estimado que los costos de operación ascienden a un monto de entre US \$20 y US \$60 por tonelada que ingrese, dependiendo de la instalación, por lo tanto el costo por tonelada procesada se ubicaría en el tramo de US \$35 a US \$100.

Para hacer una evaluación económica o de factibilidad de un proyecto de instalación de centros de recuperación de residuos sólidos, se requiere conocer cuáles serían los elementos que se recuperarían, y los procesos técnicos necesarios para utilizar estos elementos recuperados como insumos dentro de la industria; sin embargo, es posible adelantar que la utilización industrial de material recuperado resulta, en la mayoría de los casos, de un costo mayor que la utilización de insumos "limpios" o generados para la industria.

En cuanto al sistema tarifario, se recomienda revisar la publicación "Manual instructivo de apoyo a los municipios, para la fijación de tarifas por servicios ordinarios de aseo, en el contexto de la nueva Ley de Rentas Municipales", publicado por el Ministerio de Planificación y Cooperación en 1996.

6. Análisis del Marco Administrativo del Sistema Propuesto.

Para cumplir con su mandato, las unidades de aseo deberían estar organizadas y contar con los recursos humanos, económicos y materiales necesarios, de manera de poder llevar a cabo la gestión de un manejo integral de residuos sólidos domiciliarios. Es decir, en su organización interna deberían contar con el apoyo de planificadores, administradores, economistas, comunicadores y relacionadores públicos.

Las unidades de aseo y ornato no sólo deberían preocuparse de los aspectos prácticos operativos de aseo, recolección y transporte de la basura, sino que también de los aspectos técnicos, administrativos, ambientales, económicos, financieros y otros, involucrados en un manejo integral del flujo de basura.

Debido a la concurrencia de diversas disciplinas profesionales en la planificación, administración y operación de un plan de manejo integral de residuos, se requiere del trabajo planificado y coordinado de diversas unidades de la municipalidad, en conjunto con otros organismos públicos de la región, como los Servicios de Salud, COREMA, SEREMI de Vivienda y Urbanismo, y otros.

Por otra parte, debe existir formalmente una coordinación de planificación y operación con otros organismos públicos, involucrados directamente con el tema de los residuos sólidos, ya sea en la parte de manejo, en la parte ambiental, o en la parte sanitaria.

Para este efecto es recomendable que se incorpore a la unidad de aseo un profesional altamente calificado, que cuente con preparación y experiencia en gestión de administración de empresas, además de un sólido conocimiento técnico en temas y aspectos involucrados, directa e indirectamente, en los planes integrales del manejo de residuos sólidos.

Este nuevo cargo dentro de la unidad de aseo deberá depender directamente del Alcalde, ser estrictamente técnico y debe contar con la suficiente autonomía, atribuciones y poder para desarrollar su trabajo. Este nuevo cargo podría ser una Jefatura de Planificación y Gestión dentro de la unidad de aseo, la cual deberá coordinar los esfuerzos para elaborar, supervisar y controlar el plan de manejo integral de residuos sólidos, en conjunto con otras unidades del municipio; deberán estar representadas al menos la Secretaría Comunal de Planificación, SECPLAC, Medio Ambiente, Administración y Finanzas, y Obras Municipales.

Debe existir otra instancia de comunicación y relaciones externas que mantenga un estrecho contacto informativo y de trabajo con las organizaciones comunitarias, sociales, y empresariales, que colaboren en el cumplimiento de los objetivos. Esto, por la decisiva importancia que adquiere la participación comunitaria en el éxito de la implementación de cualquier alternativa de Plan de Manejo.

A n e x o



*Proyecto piloto de educación ambiental
para la ciudad de Arica*



Proyecto piloto de educación ambiental Arica, Chile

1. Introducción

En la resolución 44/228, sección G, párrafo 12 de la Agenda 21, la Asamblea General de N.U. señala que "la gestión ambientalmente adecuada de los residuos está entre los asuntos ambientales más relevantes para el mantenimiento de la calidad del medio terrestre y especialmente para la búsqueda de un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible en todos los países".

Se recomienda, a su vez, entender el concepto de gestión ambientalmente adecuada de residuos como un concepto que va más allá de la disposición segura o de la recuperación de los residuos generados. "Se requiere ir a la raíz del problema, buscando cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo. Esto implica la aplicación de un concepto de gestión integral del ciclo de vida del producto, única forma de reconciliar el desarrollo con la protección ambiental"¹.

En esta perspectiva, se identifican cuatro áreas de programas relativos a la gestión de los residuos :

- minimización de residuos;
- maximización del reuso y del reciclaje ambientalmente adecuados de los residuos;
- promoción de la disposición y tratamiento ambientalmente adecuado de los residuos;
- extensión de la cobertura del servicio (colecta, gestión, tratamiento, etc.) de los residuos.

¹ Arcaña, José Miguel, "Comentarios al Capítulo 21 de la Agenda 21: Asuntos relativos al manejo ambientalmente adecuado de los Residuos Sólidos y de las Aguas Servidas", CEPAL/FNUMA, Abril 1993. Distribución restringida.

Gestión de R.S.D.



Primero se aborda la minimización de residuos en la fuente, que implica cambiar "los estilos de vida y los patrones de producción y consumo"²; luego, la reutilización y el reciclaje, que son formas de minimizar el flujo final de residuos que debe ser tratado y depositado como carga inútil y eventualmente contaminante. En un tercer paso se aborda el tratamiento y depósito del flujo restante de residuos. Este orden busca también indicar los acentos de una política integral de residuos³.

El reconocimiento que realizan, los organismos y personas expertas en el tema, de que en los países de la región existe una precaria política de gestión de residuos, ha llevado a que se ponga énfasis en la promoción de las dos últimas áreas programáticas, como paso inicial significativo para resolver los graves problemas asociados a una gestión inadecuada.

El desafío de avanzar en la implementación de una política de gestión integral de los R.S.U., exige articular distintas escalas espaciales de intervención (nacional, regional y local) y diversos actores públicos y privados.

Esta necesidad de articulación, viene demandada por los objetivos explícitos de una política como la descrita⁴, que implican decisiones y acciones complejas y plurales, puesto que involucran actuar, a la vez, respecto de dimensiones económicas, sociales y culturales.

En este contexto, la Educación Ambiental se sitúa como un componente significativo de una política de gestión de los R.S.U.

Es conocido que la condición de pobreza puede convertirse en un catalizador del deterioro ambiental. Esta relación de pobreza versus medio ambiente afecta a los sectores urbanos pues se caracteriza por la insuficiencia de ingresos y el riesgo que conlleva el uso indiscriminado de recursos naturales y la carencia de tecnologías y procedimientos adecuados que afecta la calidad de vida o hábitat del poblador.

El municipio en su calidad de Administrador de Gestión y por tanto de recursos debe canalizar las necesidades de la Comuna en esta materia y los aportes estatales coordinando el trabajo conjunto de los distintos actores a nivel local, como asimismo potenciar el desarrollo de iniciativas innovadoras que respondan a las características específicas de la zona.

En las comunas urbanas -que es el caso de Arica- los problemas ambientales más urgentes son los microvertederos clandestinos que expelen malos olores y propagan plagas y pestes, la carencia de áreas verdes y el deterioro de infraestructura comunitaria entre otros. A ello hay que sumarle un componente cultural, referido a la cotidianidad de la ciudadanía lo cual hace difícil la idea de integrar la conciencia ambiental como un valor relevante.

² Agenda 21, N.U.

³ Artaga, José Miguel, "Comentarios al Capítulo 21 de la Agenda 21: Asuntos relativos al manejo ambientalmente adecuado de los Residuos Sólidos y de las Aguas Servidas", CEPAL/PNUMA, Abril 1993. Distribución restringida.

⁴ Agenda 21, N.U.



De hecho, el Municipio, debería por su función principal de promoción del Desarrollo Comunal, incorporar al diseño de planes de Desarrollo Local la variable ambiental integrándola necesariamente a las tradicionales áreas sociales y a la planificación municipal.

Para llevar a cabo estos objetivos, el municipio cuenta con 3 tipos de recursos que son: los ingresos propios, (FCM) los recursos delegados (Transferencias) y los recursos adicionales (Fondos Concursables).

Por otra parte la variable de participación social y la democratización de los espacios locales se han convertido en un tema relevante para las políticas de gestión comunal.

En términos globales, existe consenso en cuanto a la idea que las políticas de Desarrollo sostenidas en el principio de equidad, hacen más eficaz y sostenible en el tiempo un modelo de gestión democrática siempre y cuando éste cumpla con la finalidad de incorporar el protagonismo real del habitante de la Comuna.

Lo anterior implicaría favorecer un proceso efectivo de cooperación en la toma de decisiones para generar capacidades específicas de las localidades impactadas por el deterioro ambiental.

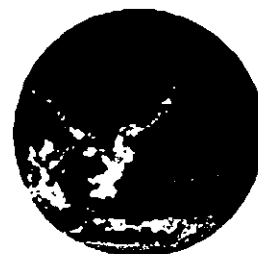
Es así que la participación social se transforma de modo creciente en la palanca para el Desarrollo y la superación de la pobreza, potenciando las organizaciones sociales de los vecinos que incluyan en sus objetivos permanentes la protección del medio ambiente y el mejoramiento de las condiciones de su hábitat natural.

La articulación del capital físico y social local permitirá implementar acciones más eficaces y eficientes para la gestión de los residuos, en la perspectiva de construir un desarrollo sostenible ambientalmente.

De acuerdo a los antecedentes recogidos y analizados por el Equipo Consultor, en el contexto del estudio, se logró ir perfilando el contenido de la demanda al Equipo de Educación Ambiental, que decía relación con el enfrentamiento de tres situaciones-problemas ligados al manejo de residuos sólidos, respecto de los cuales la conducta del habitante de Arica, tenía un protagonismo importante:

- El déficit en el manejo de los residuos sólidos urbanos originados en el uso y aprovechamiento de los espacios públicos de la ciudad (y la consecuente dispersión de residuos sólidos en las playas, arterias, plazas u otros espacios de uso público).
- El déficit en el manejo de los R.S.U. domiciliarios (y la consecuente generación de micro-vertederos en espacios públicos: por ejemplo, en el lecho del Río San José y la Población Los Laureles en menor grado).
- Una tercera situación, que no se explicitaba con tanta claridad, decía relación con el déficit en el manejo de los escombros (y la consecuente generación de micro-vertederos de escombros en espacios públicos y privados).

Gestión de R.S.U.



Estas tres situaciones-problemas, que involucran a poblaciones-objetivos y espacios locales diversos, exigen a los elaboradores del proyecto piloto de E.A. relevar en sus definiciones, temas tales como la intensidad y el contenedor espacial de la intervención educativa a proponer.

Una primera distinción conceptual respecto de la población-objetivo del proyecto piloto de E.A., dice relación con la permanencia en el territorio de la ciudad, distinguiremos así, a un habitante transitorio y un habitante permanente.

- **habitante transitorio**, entenderemos a aquel que hace uso y aprovechamiento del espacio de la ciudad (en especial del espacio público) en forma transitoria, como es el caso de los turistas estacionales (que hacen uso y aprovechamiento de los espacios destinados a esparcimiento y recreación : las playas especialmente) y los habitantes de países limítrofes, que hacen uso y aprovechamiento del espacio público en función de la implementación de sus actividades comerciales y/o de consumo.

- **habitante permanente**, entenderemos a aquel habitante cotidiano de la ciudad, que hace uso y aprovechamiento del espacio de manera permanente. La intensidad del uso del espacio comunal se corresponderá con las características de la actividad cotidiana de cada uno de sus habitantes (será distinto por ejemplo el uso que hace del espacio de la ciudad el Jefe de Hogar que debe salir de su hogar y de su barrio para concurrir a su fuente laboral, al que hace la dueña de casa y el anciano, cuya actividad cotidiana está centrada en su vivienda y su barrio. Así como será distinto el uso y aprovechamiento que se haga de las playas en los meses de verano, respecto de los meses correspondientes a las otras estaciones).

Un proceso educativo orientado a los habitantes transitorios, dada la característica de su relación temporo-espacial con la ciudad de Arica, debería orientarse al flujo de información respecto del manejo adecuado de los R.S.U. originados en el uso y aprovechamiento del espacio público y a la producción de oportunidades para implementar las orientaciones comunicacionales propuestas. Como factor complementario podría utilizarse la coerción.

En cuanto a los habitantes permanentes de la ciudad, se propone una intervención educativa de mayor intensidad, orientado al cambio de actitudes y conductas para crear conciencia y cultura ambiental frente al manejo de los R.S.U. de producción pública y domiciliaria.

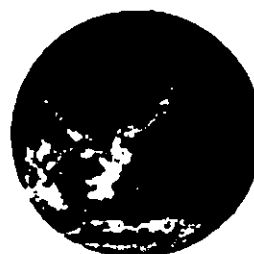
En la línea de acción antes descrita, se trata de potenciar al máximo la acción cooperativa y colaborativa entre los distintos estamentos que podrían cumplir un rol en el proceso educativo medio-ambiental.



La idea guía del quehacer educativo es hacer cómplice en la gestión local de los R.S.U. domiciliarios y públicos, a los Organismos Públicos Locales (Municipalidad, Servicio de Salud y CONAMA I Región) y a los habitantes permanentes y transitorios de la ciudad.

Sintetizando, los factores que se consideraron en el diseño del proyecto piloto de Educación Ambiental fueron:

- La responsabilidad protagónica, de implementar el Proyecto de Educación Ambiental (P.E.A.), de los Actores Públicos Locales (Municipio de Arica, CONAMA I Región, Servicio de Salud).
- La diversidad, en el tiempo y carácter de la permanencia en el territorio de la ciudad, de la población objetivo del P.E.A. (distinguiendo básicamente entre población permanente y población de tránsito).
- Falta de una rutina de recolección más coherente con los hábitos de la vida cotidiana de los usuarios del servicio de aseo.
- Características espaciales de las vías de acceso que impide un tránsito expedito a las viviendas para extraer los RSU desde cada una de ellas por parte del Equipo de Recolección (Camiones y personal de aseo).
- Diversidad en las características de los residuos sólidos, dependiendo de la característica de la población-objetivo del P.E.A.
- Hábitos de los pobladores de las localidades pobres, que se limitan a sacar las bolsas con R.S.U. domiciliarios sólo hasta la puerta de sus viviendas.
- Hábitos de los pobladores de arrojar los RSU no retirados por el servicio recolector a espacios de uso público: sitios errazos y ribera del Río San José (dando origen a microvertederos).
- El sentido individual y no colectivo que las personas le asignan al manejo en origen de los RSU.
- La escasa relación que los pobladores establecen entre la presencia de microvertederos con su calidad de vida.



2. Diseño metodológico proyecto piloto de educación ambiental

2.1. Criterios básicos

2.1.1. Principio de actitud positiva para la cooperación.

La sustentabilidad de cualquier intervención educativa en la ciudad, que promueva cambios en los hábitos de manejo en origen de los R.S.U. identificados como deficitarios, pasa por lograr de parte de los habitantes permanentes, y de su población flotante, un compromiso, que haga posible que dicha intervención encuentre un terreno fértil en ésta.

Permitiendo de esta manera, que los planes y programas de gestión local en origen de los R.S.U. que se pongan en práctica, encuentren como contrapartida una actitud positiva de parte de los habitantes. Y, que dicha actitud tenga más posibilidades de materializarse en conductas coherentes.

2.1.2. Un problema público y privado

Sin lugar a dudas, el tema de la gestión de los R.S.U. domiciliarios, el depósito de los escombros en sitios eriazos (públicos y privados), la limpieza de calles y de muros, no es sólo un problema municipal, así como tampoco es un problema que sólo atañe a cada persona-familia en particular.

Por sus características, es un tema a la vez público y privado. Debiendo involucrar en su gestión, a toda la ciudad y sus instituciones, organizaciones sociales y habitantes. De modo de promover un actuar colectivo que comparta y asuma los valores de limpieza y principalmente, los valores estéticos de armonía y orden, los cuales contribuirían ciertamente al mejoramiento de la calidad del medio ambiente local y de la calidad de vida de sus habitantes.

2.1.3. La comunicación programada y sistémica

Una intervención completa en esta área del quehacer comunal, implica necesariamente implementar, de un modo coherente junto a las medidas de orden técnico de manejo, rutas de recolección, implementación de maquinaria adecuada y adecuación de vertederos convenientemente ubicados y con tecnología apropiada, una intervención comunicacional sistémica que permita sensibilizar, informar y lograr cambios de conducta en la población, teniendo en cuenta que esta se divide en distintos segmentos y tipos de público con intereses, niveles educativos y de sensibilidad distintas cada uno de ellos.



La gestión de esta iniciativa debe radicar en el municipio en conjunto con el servicio de salud y CONAMA I Región, quienes coordinarán e implementarán las acciones que se proponen en este proyecto y evaluarán su impacto en los cambios de conducta que se pretende alcanzar.

2.1.4. Escala Espacial de Intervención

El proyecto piloto contempla dos niveles espaciales de intervención, uno macro-local que dice relación con la ciudad de Arica en su totalidad, y un nivel micro-local, que se refiere a la unidad espacial básica de intervención educativa (Unidad Vecinal).

Dependiendo de la escala de intervención, se distinguen fases, objetivos, metodología y productos.

2.1.5. Escala Macro-Local

Se divide básicamente en cuatro etapas de desarrollo progresivo y acumulativo:

- Fase de sensibilización
- Fase de información
- Fase de educación
- Fase de monitoreo y seguimiento

2.2. Fase de sensibilización

2.2.1. Objetivo:

Esta fase pretende crear las condiciones afectivas para que los ariqueños que habitan en forma permanente y los habitantes de paso agudicen sus sentidos a fin de que sean capaces de percibir la situación, de una gestión en origen inadecuada de los R.S.U., como un problema real que se debe solucionar.

2.2.2. Medios de comunicación y actividades a utilizar en esta fase:

- **Concurso público para determinar un slogan** que conceptualice la idea de que Arica, como puerta de entrada a Chile, debe ser una ciudad limpia, porque de ello depende parte de la imagen que quienes visitan nuestro país se harán de él (o bien que conceptualice un sentido más allegado a los intereses locales, de sus instituciones y habitantes).

Gestión de R.S.U.



- **Objetivo.** El objetivo de esta actividad es integrar a la mayor cantidad de personas que piensen y elaboren frases que puedan ser parte de la campaña de comunicación.

Ello, en sí mismo constituye una forma de sensibilizar y también una forma de lograr que las personas se sientan participando colectivamente del problema, posicionando socialmente la preocupación por el tema.

Para realizar este concurso se propone las siguientes etapas:

- Elaboración y redacción de las bases.
- Lanzamiento del concurso mediante una conferencia de prensa y la edición de un tríptico y afiches para las paletas de publicidad urbana con las bases del concurso.
- Etapa de recepción de los trabajos
- Reunión del jurado y definición de la frase ganadora.
- Premiación.

- ***Diseño de la marca corporativa de la campaña.*** Teniendo definido el concepto que se expresa en el slogan, se hace posible su materialización mediante diferentes técnicas gráficas y de construcción de imagen, el desarrollo de una marca que constituirá el símbolo de identidad de la campaña de comunicación. Esta fase debe ser desarrollada por un equipo profesional con experiencia en el desarrollo de imágenes para campañas públicas.

Este aspecto es de suma importancia ya que debe considerar variables técnicas de diseño gráfico e impacto visual adecuados. Se trata de una pieza clave y fundamental del proyecto, por lo cual, en ningún caso puede ser encargada a personas aficionadas. El tema debe ser abordado desde la perspectiva de la comunicación corporativa y su objetivo es ser la base de un programa de identidad corporativa de la campaña de aseo (y/o turismo) en su conjunto, debiendo tener en cuenta una perspectiva sistémica del conjunto de instrumentos que se utilizarán en la campaña. Para su desarrollo se tendrá que tener en cuenta además, criterios cromáticos consecuentes con la idea central y el diseño del logotipo (forma tipográfica especial de la frase y el nombre de la campaña).

- ***Diseño de las piezas gráficas que constituirán el eje de la campaña de comunicación en la fase de sensibilización.***
- ***Gigantografías:*** Constituida por la frase de llamado y por la marca de la campaña, esta pieza, será situada en puntos estratégicos de la ciudad (acceso, centro y periferia) y su objetivo es posicionar la campaña en la fase de sensibilización.



- **Paletas:** Las paletas contendrán la marca de identidad de la campaña y también se implementará en ellas, diferentes mensajes alusivos a los R.S.U. domiciliarios, los escombros y los R.S.U. industriales, haciendo énfasis en que un adecuado manejo de ellos mejora las condiciones ambientales generales y la calidad de vida de las personas, evitando infecciones, plagas y deterioro visual del entorno.
- **Concurso de ensayos científicos para estudiantes universitarios y de Enseñanza Media acerca del manejo de los desechos urbanos:** El Concurso propende a posicionar socialmente el tema creando una preocupación al interior de la familia acerca del manejo de los residuos.
- **Convocatoria:** Se convocará a la comunidad de Enseñanza Media para desarrollar un ensayo científico. Dicha convocatoria estará coordinada por la Corporación de Educación de la Municipalidad y se invitará a participar en ella a todos los establecimientos educacionales del área tanto público como privado.

En una segunda categoría, el concurso convocará a jóvenes universitarios a realizar un trabajo similar. En este caso, la coordinación estará a cargo de la Dirección de Extensión de la Universidad de Tarapacá y convocará tanto a los estudiantes de la propia Universidad como a las Universidades e Institutos profesionales privados.

Los ensayos podrán tener enfoques desde las ciencias del ambiente como desde las ciencias sociales y otras.

- **Selección:** Un jurado compuesto por académicos y autoridades municipales seleccionará los trabajos a ser publicados.
- **Publicación:** Los trabajos seleccionados serán publicados y se difundirán en todos los establecimientos educacionales de la ciudad.
- **Pintura de la camiones de aseo, uniformes del personal recolector y señalización de los receptáculos urbanos de basura:** La idea es crear un sistema cromático que destaque e individualice claramente los objetos y personal a fin de otorgarle una presencia destacada en su accionar en la ciudad identificados con el sistema visual corporativo del programa.
- **Avisos de T.V.:** Edición de un spot de televisión para ser transmitido en la red regional que contendrá el llamado y la marca corporativa del programa.
- **Folleto:** Se editará un folleto que principalmente posicione el programa y haga un llamado a cooperar con esta iniciativa a fin de lograr mejorar las condiciones ambientales y de calidad de vida. Este folleto se entregará durante el periodo de sensibilización, en las entradas a la ciudad y en colegios, juntas de vecinos y organizaciones sociales.

Gestión de R.S.U.



2.3. Fase de información

2.3.1. Objetivos

- Entregar información, a los diferentes tipos de habitantes-usuarios, acerca de los sistemas de recolección de R.S.U. que se implementarán. Orientando los mensajes a públicos segmentados.
- Informar a la población segmentadamente acerca de las ventajas personales que se obtienen al colaborar con el trabajo de recolección de los desechos.
- Informar acerca del nuevo vertedero y su estructura y equipamiento.

2.3.2. Medios de comunicación a utilizarse en esta fase:

- **Folleto**

Se editará un folleto con información acerca de los sistemas de recolección de R.S.U. que se implementará. Este contendrá:

- Las rutas
- Los horarios
- Las condiciones
- Los tipos de servicio
- La ubicación de los receptáculos
- Ubicación del vertedero
- La estructura del vertedero y los tipos de residuos que recibe
- Los costos del servicio (tarificación)
- La inversión total realizada por el municipio

En este folleto se diferenciará mediante un inserto, la información específica y pertinente a los diferentes públicos involucrados:

- Empresas constructoras,
- Industrias,
- Domicilios y oficinas,
- Comercio, etc..

Este folleto será entregado por los propios recolectores en cada punto de parada. Se entregará también a las organizaciones sociales de la comuna para su distribución: clubes deportivos, juntas de vecinos y otras como: Boy Scouts, Carabineros, etc. para su distribución amplia.



- **Avisos de prensa**

Se publicará en los medios de prensa local, avisos con los horarios de recolección y las rutas.

- **Línea 800**

Implementar un teléfono con línea 800 para información acerca del servicio y para estampar denuncias de vertederos clandestinos y otras situaciones-problemas que observen los usuarios. Este sistema debe considerar una forma de retroalimentar con información a quienes hacen consultas o denuncias, enviándoles por correo información acerca de lo ocurrido con su comunicación.

2.4. Fase de educación

2.4.1. Objetivos

- Lograr internalizar los cambios de conducta que hagan sustentable el manejo de los R.S.U. en el tiempo.
- Lograr que se incorpore a los hábitos cotidianos las diversas acciones individuales tendientes a hacer posible que los deshechos se clasifiquen y/o se reciclen o se reduzca el consumo de elementos que producen mayor contaminación.

2.4.2. Medios a utilizar en la fase de educación.

- **Cursos de capacitación para profesores y otros agentes multiplicadores.** Capacitar en los contenidos de la educación ambiental a personas capaces de transmitir y de multiplicar las conductas necesarias para el manejo adecuado de los R.S.U. con colaboración de la población.
- **Unidad educativa local.** Integración de una unidad educativa local en la asignatura de ciencias naturales en colegios y liceos de la comuna. Esta unidad puede estar incorporada en diversos niveles de la Enseñanza Básica y Media.
- **Folleto Educativo.** Edición de un folleto de amplia distribución que contenga las ventajas que conlleva en el ámbito individual y colectivo, el corregir los comportamientos que provocan los problemas de mal manejo de los residuos domiciliarios, escombros y deshechos industriales.
- **Premio Municipal.** Implementación de un premio municipal a la cuadra más limpia y ornamentada de la ciudad. Esta medida constituye un incentivo y una forma de reforzar las actitudes positivas.

3. Escala Micro-local de intervención educativa medio-ambiental.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, y entendiendo la Educación Ambiental como un "Proceso permanente de carácter interdisciplinario destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio bio-físico circundante⁵, el proyecto piloto de Educación Ambiental orientado a las localidades ribereñas al Río San José, contendría los siguientes objetivos :

3.1. Objetivos

- Lograr una sensibilización en los habitantes cotidianos de estas localidades, y un compromiso colectivo, respecto del problema de los RSU domiciliarios y su tratamiento en origen.
- Promover en los habitantes cotidianos de la localidad, la adquisición de conocimientos que les permitan establecer con claridad el vínculo existente entre la calidad de vida, el medio ambiente y el manejo en origen de los RSU domiciliarios.
- Lograr un cambio positivo en los habitantes cotidianos de la localidad, respecto de sus hábitos de manejo de los RSU domiciliarios.
- Incentivar la participación organizada, de los habitantes cotidianos de la localidad, en el diseño de alternativas de gestión local de los RSU domiciliarios.
- Promover la adquisición de destrezas en la comunidad organizada para el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios (separación para el reciclaje, uso de sistema de recolección y compostaje).

3.2. Metodología

La metodología que se propone como pertinente para realizar un proceso de educación ambiental, que viabilice en la población-objetivo un cambio de actitud y conducta que permita el tratamiento en el origen de los RSU domiciliarios y avanzar en la superación de problemas derivados (los microvertederos en el lecho del Río San José, por ejemplo), es deudora de los aportes de disciplinas de las ciencias sociales que han

⁵ CONAMA V Región, Glosario Ambiental, Boletín informativo La Palma, N2, Año 1 Agosto de 1995



hecho de estos temas objetos de su atención investigativa, entre éstas cabe mencionar principalmente a la psicología ambiental y el trabajo social.

La propuesta metodología tiene como norte fundamental, el dar una sostenibilidad social⁶ a las estrategias que se definan como pertinentes para enfrentar localmente las situaciones-problemas identificadas, derivadas de una manejo en origen inadecuado de los R.S.U. domiciliarios.

Básicamente, se plantea incorporar en el diseño de la intervención educativa medioambiental micro-local, para el logro de los objetivos reseñados, cuatro principios de orden metodológico : i. holisticidad en su enfoque; ii. interdisciplinariedad e integración de los estudios; iii. contacto directo con la realidad e iv. metodología investigativa⁷

Principios que necesariamente requieren ser operacionalizados en cada espacio-tiempo en que se llevará a cabo la intervención profesional.

Esta necesidad metodológica de situar el diseño de Educación Ambiental en el tiempo y el espacio, requiere abordar la dimensión socio-cultural contenida en los objetivos propuestos, para ello, se propone utilizar la investigación-acción, que se sustenta básicamente en dos estrategias educativas : i. el Aprender-haciendo e ii. la Acción-reflexión, que han sido experimentados por el Trabajo Social, para la producción de cambios socio-culturales en poblaciones pobres.

Complementariamente, se propone utilizar articuladamente tres estrategias metodologicas experimentadas por la psicología ambiental para el cambio de actitudes y conductas individuales y sociales respecto del medio ambiente: sensibilización, información y reafirmación, que considera los siguientes principios metodológicos:

- Si el sujeto percibe un intenso intento por cambiar su conducta, se resiste activamente al cambio. La persona podría llegar a considerar que se está atentando contra su libertad, y en consecuencia se resiste a modificar sus actitudes. Por ejemplo, si la alternativa de tratamiento en origen de los RSU domiciliarios se define y ejecuta sólo desde el municipio sin considerar la palabra del habitante cotidiano de la localidad.
- Resulta altamente eficiente argumentar con claridad pero sin insistir, de modo de no despertar resistencias emocionales que podrían disminuir la posibilidad de modificar la actitud.
- Resulta eficiente atacar la actitud contraria. Lo anterior puede verse reforzado por el cuestionamiento de los argumentos que reafirmen la actitud que resulte opuesta a la que se pretende lograr.

⁶ El uso del constructo 'sostenibilidad social' se hace en los terminos utilizados por el PNUD en su documento propuesta 'Desarrollo Humano Sostenible', documento PNUD de circulación restringida, Diciembre de 1994

⁷ CONAMA, Bases para una propuesta de un Plan Nacional de Educación Ambiental, Noviembre de 1993.

- La estrategia que recurre frecuentemente a despertar temor como motor de cambio, no se han demostrado realmente eficiente. El temor produce una reacción de defensa que incluye barreras psicológicas como por ejemplo oponerse a alternativas de solución impuesta e incluso estigmatización.

Un tercer soporte metodológico de la estrategia educativa a proponer a nivel micro-local, lo constituyen los aportes de disciplinas del área comunicacional-gráfica, relevante a la luz de las características del universo de habitantes a que se quiere llegar con el presente programa. Aportes que dicen relación con la definición de los públicos, el carácter de los mensajes educativos y los medios de comunicación educativa.

3.3. Población Objetivo (Públicos)

Para lograr los objetivos propuestos, un proyecto de comunicación educativa, debe realizar un análisis de los diferentes públicos a los que estarán dirigidos los mensajes. Ello permite establecer con claridad tanto los mensajes, como los medios más apropiados para intervenir con éxito en los cambios de conducta que se requiere promover e incentivar y que en definitiva significan cambios en la cultura de la comunidad a intervenir.

La definición de los públicos permitirá asimismo, la determinación de las diferentes motivaciones que se deberán tener en cuenta para elaborar los mensajes.

La escala espacial que se ha definido como pertinente para llevar a cabo el proceso educativo propuesto es el barrio, que tiene como correlato administrativo la Unidad Vecinal, que se constituye en la instancia territorial básica de gestión local municipal, y que en el caso de la ciudad de Arica, sus límites dicen relación con identidades socio-culturales relevantes. Sin dejar de contextualizarlas en función de una situación espacial que le es común, cual es, el ser ribereños al Río San José.

En este contexto, podemos distinguir los siguientes públicos:

- Mujeres adultas que no trabajan fuera del hogar
- Niños mujeres y hombres, en edad escolar, que asisten a clases en horarios de media jornada
- Ancianos hombres y mujeres que no realizan labor productiva fuera de la localidad.
- Dirigentes Vecinales y Líderes naturales.
- Jóvenes.
- Personal que trabaja en los camiones recolectores de basura (Policías de Aseo).
- Comerciantes del barrio.



3.4. Carácter de los Mensajes Educativos

Basado en estudios y experiencias anteriores validadas de comunicación educativa en torno a problemas de salud, tales como las campañas en relación al SIDA, hacen aconsejable que los mensajes se estructuren sobre la base de motivaciones positivas que creen y agreguen valor a las conductas que se comuniquen como factores de cambio de los comportamientos en torno al manejo de las basuras domiciliarias.

Por lo anterior, hemos determinado que tales mensajes deberán estar relacionados con el mejoramiento de la calidad de vida que se puede lograr al descontaminar y recuperar los espacios colectivos, transformando los micro basurales en ambientes limpios, libres de contaminación y recuperados para la vida comunitaria (aunque sea sólo como paisaje).

Por otra parte, con el propósito de lograr un verdadero compromiso de la comunidad a intervenir, se considera fundamental que sea ésta la que defina, sobre la base de una capacitación en los contenidos científicos-rationales de la campaña, así como los contenidos emocionales de la misma, desde su propia experiencia de vida, tanto la estructura como la forma de tales mensajes.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, para el logro de los objetivos diseñados, el proyecto educativo propone una estructura de procedimientos metodológicos de desarrollo progresivo y acumulativo, que contiene cuatro fases: i. inserción-sensibilización; ii. fase educativa propiamente tal; iii. acción-reafirmación e iv. monitoreo y seguimiento, las que se explicitan a continuación.

3.4.1. Fase de sensibilización:

En esta fase, se trata de producir una respuesta emocional que eleve el alerta de la población objetivo, a partir de la producción de hechos impactantes, legitimando en la comunidad el proyecto, de modo de viabilizar su participación en el proceso educativo a que se les convoca.

En esta perspectiva, se realizarán acciones de carácter investigativo y educativo.

Las acciones investigativas tendrán dos escenarios complementarios, uno, a través de la implementación de técnicas simples de investigación social respecto de fuentes primarias y secundarias que permitan arribar a un diagnóstico preliminar de la problemática de los RSU domiciliarios en la localidad, de responsabilidad de los profesionales a cargo de la intervención. Y un segundo escenario, que lo constituirá los talleres de investigación participativa, con participación activa de los dirigentes y miembros de organizaciones comunitarias, que permitan definir co-operativamente la línea base socio-cultural de la comunidad que sustente los contenidos de los mensajes de sensibilización respecto de la problemática diagnosticada preliminarmente.

Las acciones educativas en esta etapa básicamente serán de carácter gráfica-comunicacional, y estarán dirigidas a los dirigentes, organizaciones y vecinos cotidianos de la población a intervenir, con énfasis en las mujeres dueñas de casa, los menores y los ancianos.

Los mensajes comunicacionales serán de carácter proyectivo, es decir que muestren lo que la población puede ser si la comunidad organizada está dispuesta a actuar respecto del tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los problemas de microvertederos consecuentes (mostrando experiencias exitosas de manejo en origen de los R.S.U. domiciliarios).

Como soportes de estos mensajes, a escala de la localidad, se propone la utilización de paneles de dimensiones de 3 x 3 mts². Paneles que serán utilizados en todo el proceso educativo que contempla el presente proyecto, y que quedarán como soportes comunicacionales a nivel comunitario para la gestión de las organizaciones de la comunidad una vez retirado el Equipo Profesional ejecutante del proyecto.

El número de paneles se corresponderá con las necesidad de llegar con el mensaje a los diversos tipos de pobladores que habitan la localidad. Serán ubicados en lugares estratégicos de acuerdo al recorrido cotidiano de estos diversos vecinos.

A escala de los talleres de sensibilización, los soportes de los mensajes comunicacionales básicamente serán videos, diapositivas y papelería gráfica (dipticos, trípticos y afiches).

Se convocará también a participar en concursos de cuentos y dibujos referidos al tratamiento de los RSU domiciliarios y los microvertederos, que luego de ser evaluados por la contraparte comunitaria del proyecto serán publicados en los ECO-PANELES.

Se propone realizar paralelamente dos tipos de talleres orientados a dos públicos comunitarios, con los niños de la localidad un taller de expresión gráfica con el propósito de que sean los propios niños los que generen los mensajes visuales de la campaña educativa, guiados por monitores capacitados para estos efectos (Estudiantes de Diseño Gráfico de la Universidad de Tarapacá); y con los ancianos, un taller de cuenta cuentos, de modo de rescatar la memoria local respecto de la situación-problema.

^a ECO PANELES (Gigantografías): Carteles de soporte rígido de 3x3 m. que inviten a integrarse al proyecto, mediante un mensaje positivo. Durante el desarrollo del proyecto, estos paneles serán utilizados para anunciar las diversas fases y comunicar mensajes formativos relacionados con la recuperación del medio ambiente y con el manejo de los RSU domiciliarios. Las imágenes que contendrán estos paneles, serán realizados por los niños y jóvenes participantes del Taller Gráfico.



Gestión de R.S.D.



Actividades

- **Investigación diagnóstica preliminar.**

- **Recorrido por el paisaje natural y humano de la localidad.**

Se trata de recorrer cada localidad, observando las características geográficas, físicas y de infraestructura urbana de los sectores con énfasis en los que dicen relación con los RSU domiciliarios y los problemas derivados (se complementa esta observación con un registro fotográfico y video).

- **Revisión de información proveniente de fuentes secundarias.**

Documentos referidos principalmente a : característica de las personas que viven en las localidades, historia del asentamiento humano, situación de infraestructura urbana y comunitaria, RSU domiciliarios, organizaciones comunitarias existentes, entre otros aspectos.

- **Entrevista a informantes claves.**

Profesionales que han realizado investigaciones y trabajos en la localidad, dirigentes vecinales, directores de establecimientos educacionales y de salud del sector, pobladores con más de 10 años en la localidad, entre otros.

- **Lectura de mapas y planos.**

Se trata de analizar la situación espacial y geográfica de la localidad, en términos de topografía, emplazamiento respecto de los servicios sociales y urbanos de la ciudad, infraestructura, equipamiento, entre otros antecedentes.

- * Contacto y presentación del proyecto educativo a los dirigentes y organizaciones de la localidad.
- * Realización de una Asamblea Comunitaria de presentación del proyecto educativo e invitación amplia a participar en este proceso.
- * Constitución de Equipo de Monitores por sectores.
- * Talleres de Sensibilización y Diagnóstico de la problemática de los RSU domiciliarios y los microvertederos con monitores representantes de todos los sectores de la localidad.
- * Construcción e instalación de los ECO PANELES.
- * Inicio de los Talleres de Expresión Gráfica con los niños.
- * Inicio de los Talleres de Cuenta Cuentos para los ancianos.

Plazo Fase 1: 6 semanas.

Gestión de R.S.D.

3.4.2. Fase Información-Educativa

El éxito de la fase de sensibilización, será el sustento para viabilizar el proceso a desarrollar en la fase educativa propiamente tal.

En esta fase, básicamente se trata de promover en monitores y la comunidad local la adquisición de conocimientos sobre el medio ambiente del barrio, sus problemas y la forma de diseñar soluciones, con énfasis en el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los microvertederos.

Dos serán los escenarios en donde se pondrá en acto esta fase, el primero, y básico, será la instancia de curso-taller con monitores locales, y el segundo, el escenario local cuyo público es la comunidad en su conjunto.

Respecto de la definición de los monitores, su cantidad y características, se corresponderá con los siguientes criterios:

- Un monitor por cada 20 familias vecinas cercanas territorialmente.
- Habitantes cotidianos de la localidad + Líderes naturales.
- Con disponibilidad de tiempo para asistir a las reuniones educativas.

Cada monitor tendrá la responsabilidad de traspasar los contenidos educativos trabajados a las 20 familias que representa, a la vez que traer sus inquietudes al espacio educativo del taller, para lo cual contará con la asesoría profesional y los soportes gráfico-comunicacionales necesarios.

La instancia de taller se estructurará en torno a 12 sesiones de aproximadamente dos horas y media de duración con una periodicidad de una vez a la semana, de acuerdo a las áreas temáticas que se han definido más pertinentes, y que se explicitarán a continuación.

El curso-taller se complementará con un proceso de co-operación técnica y social a los monitores, entre sesión y sesión, para el reforzamiento de los contenidos abordados en estas y el traspaso a la comunidad representada. Al definir esta instancia de trabajo educativo como curso-taller, se quiere hacer explícito por una parte el carácter participativo y lúdico de las sesiones (que coopere a la necesaria cohesión del grupo, la motivación y el compromiso de los participantes con los objetivos y actividades que contempla el presente programa). Así como desarrollar las capacidades en los participantes, que el programa define como prioritarias.

Los contenidos aportados por los profesionales operarán como gatilladores de la reflexión de los monitores desde su propia realidad.

Los contenidos básicos trabajados en las sesiones, así como los trabajados en el taller de cuenta-cuentos, serán operacionalizados sintéticamente por los propios monitores co-operativamente con los profesionales para constituirse en los mensajes educativos que serán comunicados a la comunidad local a través de los ECO-PANELES, acompañados de la gráfica diseñada por los niños en los talleres gráficos que se estarán realizando paralelamente.



Respecto de los medios de comunicación educativa, se contempla edición de material didáctico orientado a los monitores. Se entregará a los monitores fotocopias para su uso en los talleres que ellos deberán realizar con sus grupos específicos de representación territorial.

ECO FICHAS: Se editará un conjunto de fichas que se entregarán a todas las familias de la población. Estas, contendrán conceptos básicos de Ecología y Medio Ambiente y manejo de desechos sólidos urbano-domiciliarios. Además contendrán preguntas a ser respondidas colectivamente por el grupo territorial. La idea, es lograr la problematización de las conductas actuales y esperadas. Estas fichas, contendrán asimismo, los cuentos, los poemas y los chistes que no se hayan publicado en los ECO PANELES.

Las áreas temáticas a desarrollar en el contexto de los talleres educativos, definidas como pertinentes, son :

- Las casas que habitamos : Medio Ambiente, ciudad, barrio y vivienda.
- Qué son los residuos.
- Cómo manejamos nuestros residuos.
- Cómo afecta la basura a nuestros recursos, la salud de la población y el medio ambiente.
- Cómo podemos producir menos basura.
- Qué podemos hacer respecto a los residuos.
- Medio ambiente y comunicación local.
- Medio Ambiente y Desarrollo Social comunitario.

La fase educativa para la comunidad local en su conjunto, tendrá como soporte básico los ECO-PANELES cuyos mensajes se corresponderán con las áreas temáticas que serán trabajadas en los talleres educativos con los monitores.

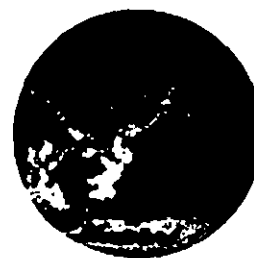
Plazo fase 2: 12 semanas.

3.4.3. Fase de la acción-reafirmación.

Esta fase implica básicamente la reiteración de las consecuencias positivas de seguir las recomendaciones aportadas por la fase educativa propiamente tal. Esta etapa se centra en la evitación de las consecuencias negativas, poniendo el acento en las conductas prácticas a través de acciones-productos que mejoren las situaciones-problemas identificadas en la localidad, y supone que las personas ya han comenzado a cambiar las conductas inadecuadas.

Básicamente se trata de promover la adquisición, a través de la experimentación, de las aptitudes necesarias para el manejo de los RSU domiciliarios y los microvertederos.

Gestión de R.S.D.



El énfasis en esta fase estará en la realización de acciones prácticas diseñadas en el Taller educativo para el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los microvertederos (y coherentes con la política de gestión comunal de éstos). La idea es mostrar productos concretos de mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de estas localidades que refuercen la sostenibilidad del proceso educativo desarrollado.

Las líneas de acción definidas, serán coherentes con la línea base socio-cultural identificada en la fase 1. Se cree necesario que éstas sean plurales de modo de contener la heterogeneidad de las comunidades a intervenir. Entre las acciones que podrían implementarse, básicamente serían:

- respecto de la producción de RSU domiciliarios (hábitos de consumo).
- respecto de el reciclamiento de RSU domiciliarios (Compost, separación de RSU domiciliarios para la venta, entre otras).

Respecto de la disposición de los RSU domiciliarios no reciclables (y reciclables, para el segmento de la población-objetivo que no asume como pertinente las líneas de acción antecedentes) en contenedores u otro sistema local de disposición, de modo de unirse al sistema macro-local de disposición de los RSU.

Respecto de los medios de comunicación gráfica, éstas serán básicamente folletos y ECO-Panel.

Plazo fase 3: 10 semanas:

3.4.4. Fase de Monitoreo y Seguimiento.

Esta fase se plantea para las dos escalas de intervención del proyecto educativo: macro y micro local.

Esta fase se plantea en dos etapas: i. Monitoreo, la que se desarrolla durante la ejecución del programa, y contempla la evaluación de procesos interactivos generados a través de la implementación del mismo; e ii. Seguimiento, la que se desarrolla posterior al retiro de los Equipos Técnicos, midiendo el logro de objetivos planteados, por ejemplo, la aplicación que hacen los participantes del proyecto respecto de habilidades y conocimientos adquiridos, difusión de la educación ambiental en la comunidad, observación en terreno sobre los productos generados por el programa (reciclaje de RSU domiciliarios, limpieza del lecho del Río San José, de las playas y espacios públicos, etc., separación de RSU domiciliarios).

El diseño de instrumentos de evaluación por fases estará condicionado a la forma en que se realice la inserción del equipo profesional en las localidades.



En ambas etapas se considerará el diseño de instrumentos de evaluación tanto para observación en terreno como para obtener la opinión de los participantes del programa y su impacto en las comunidades intervenidas.

Plazo fase 4: 8 semanas.

3.4.5. Recursos humanos involucrados en el proyecto

A. Equipo permanente:

(Coordinador)

- 1 Trabajador Social Experto en Planificación Social
- 1 Trabajador Social Experto en Educación Ambiental
- 1 Diseñador Gráfico Experto en Comunicación Social.

B. Profesionales de apoyo:

- 1 Licenciado en Literatura
- 1 Diseñador Gráfico
- 1 Ingeniero en Construcción
- 4 Expertos Temáticos

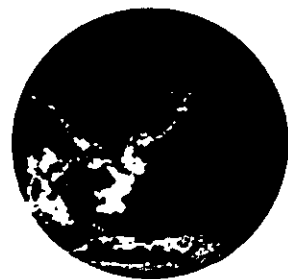
C. Ayudantes y monitores:

- Egresados Trabajo Social
- Egresados de Diseño Gráfico.

A n e x o



*La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos
en Maldonado, Uruguay.*



Indice general. Anexo 3

Introducción	137
1. Situación anterior	138
1.1 Población	138
1.2 Producciones de Residuos Sólidos	139
1.3 Otras características de la zona	140
2. Características del sistema anterior	140
2.1 Pliego de Condiciones. Principales características	141
2.1.1 Manejo Final de los Residuos	142
2.1.2 Forma de Pago de los Servicios	142
2.1.3 Tareas del Contratista y T. de la Intendencia	143
2.2 Pautas Técnicas	144
2.2.1 Pautas Técnicas para el Relleno Sanitario	144
Impermeabilización con Membrana Flexible	145
Tapada del Residuo Sólido	145
Destape del Relleno Sanitario	145
Sobre el Lixiviado - Recolección	146
Tratamiento del Lixiviado	146
Torre de Venteo	146
Cercos y Cerramientos	147
2.2.2. Pautas Técnicas para la Disposición de Residuos Hospitalarios	147
2.2.3. Pautas Técnicas para la Recuperación y Reciclaje	148
Sobre los Materiales Recuperados y Reciclados	149
Entrega de Compost a la Intendencia	149
2.2.4 Requerimiento para la presentación de la Oferta Técnica	149
En Estudios Previos	150
En Diseño y Construcción	150
2.3 Consideraciones del Impacto Ambiental	151
2.3.1. Localización	151
2.3.2. Requerimiento de la Viabilidad Ambiental	152
2.3.3 Del cuidado de los alrededores	152
2.3.4 Del cuidado del subsuelo	152
2.3.5 Del cuidado de los cursos de aguas superficiales	153
2.3.6 Del cuidado de la atmosfera	154
2.3.7 Del cuidado frente a microorganismos patógenos de alto riesgo	154
2.4. Controles - Inspecciones - Multas	154
2.4.1. De las inspecciones y controles	154
2.4.2. De las multas	156
2.5 Recolección de Datos de Interés	157
3. Respuesta del sector privado	158
3.1 Caracterización de la Respuesta	158
3.2 Comparación de Aspectos Relevantes de las Ofertas	158
3.3. Cuadro comparativo de precios ofertados	161



La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Maldonado, Uruguay ¹.

Propuesta Municipal de Licitación

Introducción

La gestión de los residuos sólidos constituye en los hechos, el campo menos desarrollado que presenta la Ingeniería Sanitaria en el Uruguay (y seguramente en los países del área). Quizás una excesiva desvalorización de la sociedad por la "basura" (como popularmente se le denomina a los residuos sólidos), o el concepto en la Administración Pública de enviar como castigo al personal que no hizo "buena letra" hacia el "basural", sean algunos de los factores que nos expliquen tal retraso. Los motivos para interpretar cabalmente esta realidad, son muchos y complejos. En tal sentido se han desarrollado diversos simposios y congresos, y seguramente transcurrirán más; para estar en todo momento evaluando el estado de necesidad que presentan nuestras sociedades en la gestión de los residuos sólidos.

Es fundamental entonces el intercambio de información: describir las propuestas, los resultados, los aciertos y los errores. Ponderar los esfuerzos, la tecnología aplicada, los resultados obtenidos y los recursos económicos aplicados.

Desde el año 1985, momento en el cual ingreso a la Intendencia Municipal de Maldonado, he tenido intervención fundamentalmente en la disposición final de los residuos sólidos urbanos. La función que me ha tocado ejercer ha sido diferente, algunas veces más cerca y otras más alejado. Esto me ha permitido alternar tareas directas (como estar a cargo en la Dirección de tareas), con asesoramientos o intervenciones puntuales. Pero en todo momento he intentado encarar la actividad con criticidad. Por otro lado, la concurrencia a diversos congresos me ha alimentado con la experiencia de otras propuestas en diferentes países. Es con todos estos antecedentes y con la participación de algunos compañeros municipales, que hemos realizado una propuesta de disposición final de residuos sólidos que creemos acertada y ajustada a las limitantes y exigencias que tenemos. Tal propuesta se encuentra plasmada en un Llamado a Licitación Pública de la Intendencia Municipal de Maldonado, que se realizara en el correr de los años 1995/96.

¹ Documento elaborado por el Ing. Jorge Hourcade (URUGUAY)

El presente documento constituye entonces, una descripción de esta propuesta, con el ánimo de aportar ideas y pautas, que puedan ser de interés para la buena resolución de la gestión de residuos sólidos urbanos. En él aparece una primera referencia a la situación que hoy en día se tiene en Maldonado, y posteriormente se detallan los distintos aspectos del Llamado a Licitación que se produjo en el año 1995-96 dentro de los cuales se encuentra: el establecimiento de pautas técnicas, la preocupación por la contaminación (en subsuelo, aguas superficiales y atmósfera) y la determinación de controles para evitar desviaciones riesgosas en el desarrollo del servicio. Por último se describe la respuesta del sector privado ante el llamado a licitación, que constituye el elemento ejecutor que da viabilidad al planteo en su conjunto.

Cabe puntualizar por último, que hoy en día se está realizando la infraestructura necesaria para construir esta propuesta de relleno sanitario. Como en toda disciplina, la puesta en práctica plantea imprevistos y desviaciones que se transforman en nuevos desafíos para lograr obtener el mejor resultado posible. Es mi propósito, continuar en otro documento la descripción de esta etapa.

1. Situación Anterior

En el presente capítulo se realiza una descripción de la situación de partida (anterior al presente trabajo), en la gestión de los residuos sólidos de Maldonado. Se detalla la población que se sirve con el servicio de recolección y disposición final de estos residuos, las distancias de transporte y el tratamiento sobre los mismos.

Para el tratamiento y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos (dejando de lado los restos vegetales), debe informarse que se han centralizado todas las operaciones en un único establecimiento, que se ubica en el Paraje denominado "Las Rosas". Esto ha permitido tener un sólo punto en el cual se aplican todos los recursos y cuidados del caso, y también un sólo punto en el cual mitigar todos los impactos negativos que puedan resultar de tal actividad.

1.1. Población

El área geográfica que abarca el análisis del presente documento, se encuentra ubicado sobre el sur del Departamento de Maldonado. Básicamente se encuentran incluidos los siguientes centros poblados: Maldonado, Punta del Este (más zona costera de sus alrededores), San Carlos, Firiápolis (más zona costera de sus alrededores), Pan de Azúcar y Gregorio Aznarez.

De acuerdo al Censo Nacional de Población del año 1995, se tienen los siguientes datos de habitantes para los distintos centros poblados. También se ha indicado la distancia aproximada al Establecimiento Las Rosas.



Lugar	Población	Distancia media al establecimiento de Disposición Final
Maldonado y aledaños	54.554	10
Punta del Este y Zona Balnearia	18 127	15
San Carlos	23 999	8
La Barra a José Ignacio	1 716	35
Zona Oeste (Pinápolis, Zona Balnearia, Pan de Azúcar, Gregorio Aznarez)	17 503	50

El número total de población permanente servida por la recolección, y disposición final de residuos en la zona analizada, es de 115.899 habitantes.

1.2. Producciones de residuos sólidos

El Departamento de Maldonado en su zona sur, se encuentra fuertemente influido por el Turismo de temporada veraniega. Esto trae como consecuencia una importante producción de restos vegetales en las podas de árboles, arbustos, desmalezado, recorte de gramilla, etc. Este tipo de residuo no será analizado en el presente documento. Por otro lado, la concurrencia de turistas a la zona, aumenta los volúmenes de residuos urbanos, y modifica la composición de los mismos (disminuyendo la fracción orgánica, y aumentando la cantidad de plásticos y cartones).

De los datos registrados durante todo el año 1995, se tienen los siguientes números aproximados:

Valores en Ton/día	Alta Temporada	Baja Temporada
Máximo	250.000	130.000
Medio	180.000	80.000
Mínimo	160.000	15.000

Teniendo en cuenta los valores medios de producción de residuos sólidos urbanos para los meses mayo-junio-julio-agosto del año 1995, se tiene una producción per capita de: 695 grs./ día.habitante

Este número constituye un valor representativo de la producción unitaria, para la población permanente de la zona. El incremento de producción de residuos que pueda ocasionarse por la presencia de turistas en los fines de semana puede ser despreciado ya que la cantidad de turistas en esta época del año es muy baja.

1.3 Otras características de la zona

La zona de análisis carece de industrias de relevancia, por lo que no se espera tener volúmenes de consideración en la producción de residuos sólidos industriales.

La característica sobresaliente sí es la producción de enormes cantidades de restos vegetales, que se incrementa con el advenimiento del verano. El arreglo de los jardines públicos y privados, debido a la concurrencia del turista en la zona, ocasiona un pico de producción que exige tener instrumentado un buen sistema de recolección, tratamiento y disposición final de estos residuos. Como ya se dijo anteriormente, este aspecto no será desarrollado en este documento.

2. Características del sistema anterior

Como primera caracterización debe apuntarse que el servicio de tratamiento y disposición final de residuos sólidos fue contratado por la Intendencia. Se compartieron responsabilidades en los resultados de dicho servicio ya que la empresa contratista y la Intendencia tenían a su cargo el suministro de distintos recursos que estaban afectados al mismo.

El tratamiento y disposición final de los residuos sólidos domésticos que se realizó en la situación anterior, tenía dos fases. En la primera, se efectuaba una separación de ciertos residuos sobre una porción del total que ingresaba al Establecimiento (del orden del 20%): obteniéndose papel, cartón, vidrio, metales, y una parte orgánica que posteriormente se compostaba. El compost producido presentaba una excelente calidad, obteniendo además una pequeña proporción de humus mediante el proceso de lombricultura. En la segunda fase, se disponía de todo el resto de los residuos, vale decir de todo aquel que no había sido clasificado, en un vertedero a cielo abierto con tapadas esporádicas. Se verificaron detapes de residuos con una magnitud de meses, teniendo alta incidencia la presencia de lluvias. Los impactos negativos más importantes fueron: diseminación de líquidos contaminados en cursos de aguas superficiales y en el subsuelo inmediato, proliferación de bolsas livianas de polietileno que eran arrastradas por el viento, producción de olores nauseabundos en los alrededores, y la creación de importantes grupos de gaviotas (vector de trascendencia a distancia) que pisoteaban los plantíos vecinos.

La Empresa Contratista negociaba con total autonomía todos los materiales recuperados, obteniendo el 100% de lo comercializado por este concepto. Además, el servicio así caracterizado tenía un costo aproximado de U\$S 18 por cada tonelada que ingresaba al Establecimiento.



Referido a residuos especiales, como los de restos biológicos (animales muertos) o como los designados como hospitalarios, los mismos eran enterrados mezclándose con el residuo doméstico común. Debe aclararse, que a este Establecimiento no llegaba la totalidad de los residuos hospitalarios infecciosos.

La propuesta de este periodo, consistió en mantener la modalidad de contrato para el servicio, pero exigiendo mejores resultados y determinando claros mecanismos de control. Los detalles de esta propuesta, se encuentran especificados en el Pliego de Condiciones del Llamado a Licitación Pública correspondiente. Seguidamente se analiza el mismo.

2.1. Pliego de condiciones. Principales características

En el entendido que la responsabilidad de la buena gestión en el Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos, recae y lo seguirá haciendo, sobre la Intendencia Municipal; la misma decide contratar la ejecución de dicho servicio.

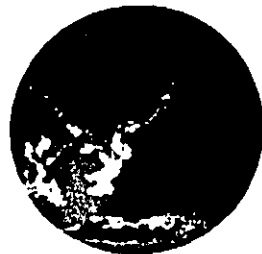
Seguidamente se presentan algunos datos para tener idea del volumen de los servicios de Tratamiento y Disposición Final de Residuos de Maldonado, en ocasión del Llamado a Licitación.

Tonelaje medios diarios	80 ton./día para baja temporada (abril a noviembre incluido). 180 ton./día para alta temporada (diciembre a marzo incluido). 0,5 metro cúbico por día de residuos infeccioso hospitalario. 1,0 metro cúbico por día de restos biológicos.
Cantidades totales a contratar De los cuales	151.000 toneladas a procesarse en tres años y medio. 120.000 toneladas serán para Relleno Sanitario. 30 000 toneladas serán para Recuperar y Reciclar 1 000 toneladas serán residuos hospitalarios.
Área utilizada antes del Llamado a Licitación	0,5 Ha/año (media hectarea por año)

Art. 1 La IM (Intendencia Municipal) llama a Licitación Pública para la contratación de Servicios de Recuperación, Reciclaje y Enterramiento de Residuos Sólidos bajo la forma de Relleno Sanitario, conjuntamente con los controles del Medio Ambiente.

Para lograr el objetivo de una forma conveniente, se pautan ciertos elementos, como por ejemplo:

- establecer en el manejo final de los residuos, la posibilidad de recuperar y reciclar parcialmente los mismos.
- establecer el pago de los servicios, aceptando que la recuperación y reciclaje tiene un cierto costo a cumplir por el Contratista y la Intendencia.



2.2.1 Manejo final de los residuos

Acerca de la posibilidad de recuperar y reciclar parcialmente los residuos, además de lo establecido en el Art. 1 arriba descrito, en el Art. 26 se determinan los porcentajes: 20% (en peso) a recuperar y reciclar y 80% a disponer en Relleno Sanitario. Estos porcentajes fueron adoptados a partir del servicio cumplido por la empresa Contratista antes del Llamado a Licitación que estamos analizando. Estos valores marcaban el punto óptimo, de forma de obtener el máximo de provecho económico en función del mercado existente y de la tecnología empleada.

Por otro lado en el Artículo 37, la Intendencia se reserva el derecho de adjudicar total o parcialmente los servicios, así como adjudicar de forma tal que el total de los residuos sólidos sean enterrados como Relleno Sanitario. Con este artículo, la Intendencia con los precios ofrecidos, podría evaluar la conveniencia o no de realizar la recuperación y reciclaje de residuos.

2.1.2. Forma de pago de los servicios

En lo referido al pago de servicios, se ha partido del concepto de que el recuperado y reciclado de residuos demanda un cierto costo para la sociedad, y no se repaga por sí mismo; al menos con las actuales reglas de juego de tecnología empleada y mercado existente.

Art. 51 - Forma de Pago. La Intendencia pagará únicamente por tres conceptos que son:

- tonelaje de residuo sólido enterrado.
- tonelaje de residuo recuperado y reciclado.
- tonelaje de residuo sólido hospitalario infeccioso al enterramiento.

Por este motivo el oferente presentará únicamente los precios unitarios de los items arriba establecidos.

Toda la infraestructura y equipamiento necesarios para el buen funcionamiento del Establecimiento de Recuperado, Reciclado y Relleno Sanitario, no será motivo de remuneración adicional alguna al contratista.

Art. 26 - Numeral "B" - La propuesta económica contendrá la cotización, por separado para cada uno de los servicios licitados:

- la Recuperación y Reciclado de Residuos Sólidos.
- el enterrado en forma de Relleno Sanitario y sus controles.
- el enterrado de Residuos Hospitalarios infecciosos.

Para completar la idea del servicio que se contrata, fueron establecidos los metrajes para cada rubro en base a las cuantificaciones realizadas en los últimos años.

Por estas consideraciones se deduce la importancia que tiene la determinación de los tonelajes en los distintos rubros, motivo por el cual se solicitó la incorporación de otra balanza electrónica, ya que el Establecimiento en la actualidad cuenta con una:

Art. 112 - Balanza electrónica. El Contratista deberá suministrar e instalar una balanza del tipo electrónica similar a la existente, para pesar el rechazo del proceso de reciclado y recuperado. La obra civil correrá por cuenta del Contratista, debiendo el oferente presentar un plano con detalle completo de toda la balanza conjuntamente con la oferta. El costo de esta balanza deberá quedar integrado y prorrateado al de la oferta total, no debiendo ser detallado en ningún rubro específico con este nombre.

2.1.3. Tareas del contratista y tareas de la intendencia

En la modalidad de funcionamiento, se establece que el Contratista deberá proveer todos los recursos y realizar todas las tareas que demanden los servicios de tratamiento y disposición final de residuos sólidos. En este caso no habrá participación municipal (suministro de maquinaria, suministro y transporte de material para la tapada con medios municipales o materiales para pavimentación, etc), aunque esto pueda conducir a una disminución de precios en las ofertas; la mezcla de eficiencias de la empresa privada con la de la administración pública indica una mala gestión. La única excepción se estableció con la posibilidad de entregar material para la tapada de residuos, dada la cercanía de canteras municipales con acopio en importantes proporciones de material gredoso sobrante. Este material apto para tapada se propuso a la consideración de los oferentes, pero con la condición de que debe ser cargado y transportado por el Contratista. La Intendencia indicará los lugares de donde se realizará la extracción de material, así como cualquier otra indicación relacionada con una buena explotación de la Cantera Municipal.

En consecuencia el Contratista deberá realizar todas las tareas y prestar todos los recursos para llevar adelante el servicio. A la Intendencia le corresponde:

- definir el servicio, infraestructuras, pautas y los objetivos a cumplir.
- aprobar las propuestas, con las consiguientes modificaciones o adaptaciones a que hubiere lugar.
- realizar los controles de tareas del Contratista, cuidando especialmente la afectación inconveniente sobre el medio circundante (del subsuelo, de la superficie y atmosférico).
- aplicar multas ante incumplimientos no justificables.
- obtener y difundir los datos de interés para la propia administración y otras similares.
- recaudar el tributo correspondiente de la población servida, y pagar el servicio al Contratista.

2.2. Pautas técnicas

Previamente a las consideraciones internas del establecimiento, debe decirse que la Intendencia decidió no permitir un traslado superior a 1500 metros del lugar que hoy es utilizado como sitio de disposición final de residuos. Esto obedece al bajo nivel de reclamos y afectaciones que el servicio actual ha presentado para la Intendencia. Este tema será tratado nuevamente en las Consideraciones de Impacto Ambiental.

2.2.1. Pautas técnicas para el relleno sanitario

En este sentido, se determinó el servicio que se pretende lograr con este nombre, ya que usualmente se designa con este nombre a muy diferentes formas de disponer los residuos sólidos.

Art. 105 - Relleno sanitario. Se entiende por Relleno Sanitario la disposición, compactación y enterramiento de los residuos sólidos, con una frecuencia diaria. Los residuos se esparcen en capas delgadas, se compactan hasta llegar a un menor volumen y se tapan con material de cobertura adecuado.

Los residuos sólidos que se recibirán en el Establecimiento serán de tres tipos: residuos domiciliarios, restos biológicos (animales muertos como perros, caballos, peces y lobos) y residuos hospitalarios.

Para el caso de restos biológicos, los mismos se dispondrán en una fosa independiente que deberá tener las mismas condiciones que las establecidas para el resto del relleno sanitario. La tapada deberá realizarse en forma inmediata a la llegada del residuo.

Para el caso de residuo domiciliario, el terreno sobre el cual se practicará el relleno sanitario tendrá un declive mínimo del 0,5% (medio por ciento) en su base, de forma que permita recoger el lixiviado a lo largo de una línea. El fondo de este volumen deberá estar constituido por un suelo con 0,70 mts (setenta centímetros) de espesor mínimo que presente los siguientes valores de conductividad hidráulica:

- valor recomendable 10 EXP. -7 (diez elevado a la menos siete) cm/seg.
- valor tolerable 10 EXP. -6 (diez elevado a la menos seis) cm/seg.

Para el caso de no obtenerse dicho suelo deberá asegurarse la impermeabilidad con una membrana flexible de espesor apropiado colocada sobre el suelo compactado de forma que en su conjunto se asegure la impermeabilidad hidráulica solicitada.

Los valores de impermeabilidad se determinarán mediante ensayo normalizado, y se practicarán una vez cada 5.000 m² (cinco mil metros cuadrados).

Impermeabilización con membrana flexible

Para los casos que sea necesario realizar con membrana la impermeabilización de las celdas a utilizar en el Relleno Sanitario, se aplicará la membrana flexible sobre el suelo debidamente acondicionado (libre de capa vegetal, plano, prolijo y con la pendiente mínima necesaria) y se protegerá la misma de acuerdo a indicaciones del fabricante o a las que realice el oferente con la debida justificación técnica.

El oferente deberá señalar los espesores y materiales de la membrana flexible que propone, con la debida justificación técnica del producto.

En las juntas de los distintos mantos de membrana flexible deberán realizarse las pruebas de estanqueidad correspondientes de forma de asegurar la ausencia de posibles fugas de lixiviado hacia el exterior del relleno sanitario.

Tapada del residuo sólido

La tapada se efectuará diariamente. Podrá tener un destape máximo de cuatro días y se admitirá un destape medio mensual de 0,5 días.

Los espesores mínimos serán de: 15 cms para coberturas diarias, 50 cms para coberturas intermedias y de 80 cms para la cobertura final. La cobertura final estará constituida por 50 cms de greda bien compactada y bien alisada, 10 cms de material granular, y 20 cms de tierra vegetal con gramilla a efectos de evitar la erosión. Todas estas capas deberán estar dispuestas en forma prolija y ser paralelas.

La superficie superior será plana con un declive mínimo del 2% (dos por ciento) para asegurar el no estancamiento de las aguas pluviales. Los taludes laterales tendrán como máximo un declive de 1 a 1 (45°), y no podrán estar conformados con relleno sanitario de residuos, sino íntegramente compuestos por suelos arcillosos.

Se admitirá como altura total de relleno sanitario la cifra de 15 metros. La máxima altura que se podrá admitir sobre el terreno natural será de 12 metros, y la mínima de 10 metros.

Destape del relleno sanitario

Este concepto se ha introducido en función de la dificultad operativa que en los hechos se ha percibido en los Rellenos Sanitarios de la región, para poder hacer realmente la tapada total de los residuos en forma diaria. Tal como se ha expresado más arriba la Intendencia debe controlar el servicio con eficiencia, pero si este servicio es imposible de cumplir con los recursos que uno razonablemente se puede plantear (a costos razonables) debemos introducir entonces una cierta tolerancia. Notemos que esta tolerancia no desvirtúa en forma significativa la definición de Relleno Sanitario (al menos con la entidad que se define seguidamente), sino que por el contrario acota los posibles apartamientos y brinda a la Administración una herramienta de mayor eficacia en el contralor de los servicios. Lo enunciado en el Pliego de Condiciones dice:

Gestión de R.S.U.



El destape será evaluado diariamente por parte de la Intendencia, estableciéndose, la magnitud de un día de destape como el volumen ocupado por el residuo generado en un día de la época (en que es evaluado el destape) y que no ha sido debidamente dispuesto, compactado y tapado.

Por otro lado en el Art. 107 ya descripto se estableció que podrá tenerse un destape máximo de cuatro días y se admitirá un destape medio mensual de 0,5 días.

Debe agregarse que el destape así establecido, es cuantificado como destape máximo y medio mensual, una vez por mes, cada vez que el Contratista presenta su certificado de pago.

Sobre el lixiviado - recolección

El lixiviado será recolectado desde los puntos más bajos de las fosas rellenas de residuo a través de drenes. Estos drenes podrán estar constituidos por tubos cuyos diámetros oscilen entre 100mm y 250mm según la cuenca que capte, con perforaciones que aseguren el escurrimiento y la captación del lixiviado y su introducción al tubo. Los tubos estarán rodeados de pedregullo con diámetro no menor a 15mm aproximadamente, el cual podrá ser colocado en el interior de un geotextil que envolverá todo el paquete. La pendiente mínima de los drenes de recolección de lixiviado será de 0,5% (medio por ciento). Todas las medidas sugeridas no responsabilizarán a la Administración ante una eventual ocurrencia de mal funcionamiento, debiendo el proponente responsabilizarse por las medidas que indique.

Tratamiento del lixiviado

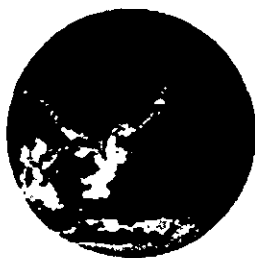
El lixiviado será conducido hasta el lugar donde se realizará el tratamiento. Se sugiere que el Tratamiento de Lixiviado sea realizado por medio de lagunas, con una primera etapa anaerobia y una segunda aerobia. Complementariamente se podrán utilizar plantas acuáticas y aereadores. Esto no responsabilizará a la Intendencia ante un eventual mal funcionamiento de la Planta.

El efluente de esta Planta de Tratamiento deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 253/79.

Torre de venteo

Se deberán construir torres de venteo para la evacuación de gases procedentes del propio relleno sanitario. Las mismas deberán asegurar un adecuado venteo y deberán prever para el futuro, la recolección de estos gases. El oferente deberá presentar en su proyecto el detalle correspondiente. Las siguientes indicaciones se realizan como sugerencia y no responsabilizan a la Intendencia ante un eventual mal funcionamiento.

Los caños podrán ser de 100mm de diámetro, con sombrerete superior a 30 cms por encima del nivel de la superficie exterior superior del Relleno Sanitario.



Estos caños deberán quedar inmersos en el residuo que constituye el Relleno Sanitario hasta una profundidad de 3 mts (contando desde la superficie exterior superior del mismo), y estar rodeado en toda su extensión por material granular (pedregullo con granulometría media de 10 mm). El caño podrá contar con perforaciones de 5 mm dispuestas cada 20 cms en tresbolillo.

Se sugiere que las torres de venteo se dispongan cada 100 o 200 metros cuadrados, en forma aproximada.

Cercos y cerramientos

Para el caso en que se adjudiquen los trabajos de Relleno Sanitario y los trabajos de Recuperación y Reciclado, se hace saber que el Establecimiento deberá tener una barrera física constituida por cerco olímpico (sin alambre de púa) de dos metros de altura aproximadamente, que divida las zonas donde se lleven a cabo ambas actividades. Este cerco incluirá una única portera donde deberá instalarse la balanza que cuantifique el rechazo del proceso denominado Recuperado y Reciclado.

El Establecimiento en su totalidad deberá tener un cerco perimetral, constituido por cerco olímpico.

Se entiende por cerco olímpico a aquel que se integra por:

- tejido de alambre (galvanizado o plastificado) con malla cuadrada de 8 cms de lado aproximadamente.
- una o dos líneas de alambre de púa ubicado en la parte superior.
- postes de hormigón cada tres o cuatro metros, debidamente fundados en el suelo.
- altura : 2 metros aproximadamente.

2.2.2. Pautas técnicas para la disposición de residuos hospitalarios

Tal como se había expresado anteriormente, los residuos hospitalarios infecciosos del Departamento serán recibidos en este Establecimiento. En el Pliego de Condiciones se estableció:

Para el caso de residuos hospitalarios infecciosos, mientras no se disponga en la zona de un horno para incineración u otro equipo de disposición final, dichos residuos serán depositados en una fosa sanitaria de seguridad. Esta fosa estará asentada sobre un espesor de un metro de suelo compactado que presente la conductividad hidráulica siguiente:

- valor deseable 10 EXP -7 (diez elevado a la menos siete) cms/seg
- valor tolerable 10 EXP -6 (diez elevado a la menos seis) cms/seg

Dicha fosa estará a su vez totalmente forrada con membrana flexible apropiada a estos fines, que se protegerá con suelos impermeables con un espesor no inferior a los 20 cms. La pendiente de fondo no será inferior al 2% (dos por ciento). La tapada del residuo deberá ser inmediata a la llegada del mismo y realizada preferentemente con cal, o en su defecto con tierra. La cobertura final se realizará con 20 cms de greda sobre la cual se colocará la membrana especificada, luego 10 cms de material granular y 30 cms de tierra vegetal. Las diferentes capas de cobertura final deberán ser paralelas y deberán tener una pendiente mínima del 2 % (dos por ciento).

2.2.3. Pautas técnicas para la recuperación y reciclaje

Art. 113 - Se entiende por recuperación y reciclaje al tratamiento del residuo con procesos de clasificación y separación de elementos reciclables (vidrio, cartón, papel, metales y plásticos), de materia orgánica, y la posterior actividad de recuperación y/o transformación de forma de obtener un producto útil en las distintas actividades de la sociedad. También se incluye la separación de pilas y baterías que deberán tener un tratamiento especial. Todo el material que no pueda ser recuperado y reciclado, constituirá el rechazo de este proceso, y será enterrado en el Relleno Sanitario.

En una primera etapa se efectuará una clasificación manual y/o mecánica recuperando materiales como papel, cartón, vidrio, plástico, metal, huesos, pilas y baterías.

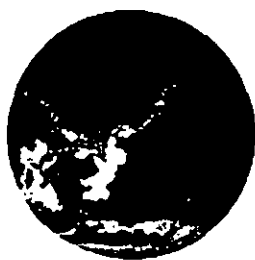
Posteriormente se realizarán las tareas para la recuperación de la fracción orgánica, la que posteriormente recibirá el tratamiento de compostación. Paralelamente o complementariamente podrá utilizarse la técnica de lombricultura para obtener humus.

Los abonos orgánicos obtenidos deberán ser clasificados de acuerdo a:

- **Características**
 - granulometría
 - PH
 - humedad y materiales volátiles a 105 °C

- **Análisis de Producto Seco**
 - Materia Orgánica Total
 - Nitrogeno Total
 - Acido Fosfórico
 - Potasio, Hierro, Manganeso, Boro.

Para el caso en que se realice el lavado de materiales recuperados, el agua efluente deberá recibir el tratamiento correspondiente de forma de cumplir con el decreto 253/79.



Sobre los materiales recuperados y reciclados

Todos aquellos materiales que hayan sido recuperados y/o reciclados de los residuos sólidos, podrán ser comercializados por el Contratista sin que se le participe a la Intendencia en esa operación. Deberá si informarse sobre los volúmenes que han sido recuperados y reciclados para cada mes, discriminando en todos los items que establezca la Intendencia.

Entrega de compost a la intendencia

Para el caso en que la Intendencia adjudique el rubro Recuperación y Reciclado de residuos sólidos, el contratista estará obligado a entregar compost orgánico de su producción en las cantidades y calidades que se establecen seguidamente, sin que esto genere derecho a una facturación específica.

Cantidad : 1.100 toneladas por año

La calidad estará definida de acuerdo a las siguientes cláusulas: tamizado en malla de 2,0 mm., sin olor, de color marrón, la temperatura de la pila de compost terminado a nivel de núcleo deberá ser no mayor a 40°C, no se podrán identificar trozos de materia orgánica tales como cáscaras y cortezas, no podrá tener visibles trozos de vidrio, la humedad podrá presentar valores entre 35 y 40%, la relación peso/volumen deberá ser 1,00, deberá ser libre de semillas, y no podrá contener metales pesados.

2.2.4. Requerimientos para la presentación de la oferta técnica

En el Art. 24 Numeral D, se requiere del oferente una indicación detallada y precisa de como se ajustará la propuesta de los servicios licitados a las exigencias establecidas por la Intendencia. Debiendo presentar:

Numeral D1 - Nombre del o los representantes técnicos de la Empresa. Se admitirá como máximo dos representantes técnicos. Se indicará el desempeño del o los representantes en trabajos de Recuperado, Reciclado, Relleno Sanitario incluyendo el Tratamiento del Líquido Lixiviado y el Control del estado del agua subterránea. Uno de estos representantes deberá ser Ingeniero Civil de la Opción Hidráulica y Sanitaria o similar debidamente demostrado (con cursos de capacitación que así lo ameriten).

Numeral D2 - Anteproyecto del Establecimiento de Recuperación, Reciclado y Relleno Sanitario de Residuos Sólidos Urbanos. Para este anteproyecto la Intendencia entregará un relevamiento planialtimétrico de todo el predio que actualmente se utiliza para la disposición final de R. S.

Para el Anteproyecto del Relleno Sanitario deberá indicarse:

• *En estudios previos*

- Estudios de suelo (geología e hidrogeología en el subsuelo inmediato)
- Relevamiento Topográfico
- Información hidrológica (características de cuencas)
- Información meteorológica (precipitaciones, temperatura, y evapotranspiración)
- Vientos predominantes

En lo referido a la impermeabilidad del subsuelo inmediato a las celdas del Relleno Sanitario, se dispuso realizar algunos estudios con cierta cautela por parte de los oferentes.

Para completar el Estudio de Suelos se deberá presentar perfil geológico hasta llegar a la primera napa freática o profundizando al menos 3 mts (tres metros) por debajo del nivel de fondo (piso) del Relleno Sanitario. En este perfil deberá caracterizarse el material y su capacidad de impermeabilidad a través de la Conductividad Hidráulica (o Coeficiente de Permeabilidad). Los cateos deberán ser practicados en la cantidad de puntos mínimos en el criterio del técnico informante, como para asegurar que los resultados puedan inferirse a toda el área que se pretende utilizar por el Relleno Sanitario. El Estudio de Suelos deberá ser avalado por los siguientes técnicos: un Geólogo y un Ingeniero Civil de la opción Vial o similar debidamente comprobado (con títulos expedidos por la Universidad de la R.O. del Uruguay).

Los ensayos para la determinación de la Conductividad Hidráulica (o Coeficiente de Permeabilidad) podrán ser ejecutados por Laboratorio particular especializado, pero deberán ser avalados por el Departamento de Geotécnica del Instituto de Estructuras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de R.O del Uruguay.

• *En diseño y construcción*

- Preparación del sitio (impermeabilización del fondo, recolección de lixiviado, celdas para rellenar, caminos de acceso, cercado perimetral, torres de venteo, etc)
- Descripción general de las operaciones del Relleno Sanitario (incluir el funcionamiento para días de lluvia).

Este anteproyecto debe presentarse a Escala 1:500

Deberá identificarse toda instalación que se proponga construir a los efectos de cumplir con la propuesta técnica detallada, incluyendo lo correspondiente a la balanza electrónica que se solicita.

Deberá indicarse la ubicación de fosas para la recepción de restos biológicos, residuos hospitalarios, y de las fosas para el Relleno Sanitario del resto de los residuos sólidos urbanos.

Indicar el avanzamiento para el periodo de contrato.



Deberá indicarse el predio propuesto por el oferente para poder completar el Relleno Sanitario aquí Licitado para todo el período. Además deberá proporcionarse información geológica del mismo, en las profundidades que sean afectadas por este servicio de relleno sanitario, y con adecuados márgenes de seguridad.

El anteproyecto de la Planta de Recuperación y Reciclado, deberá presentarse a Escala 1:100 , debiendo especificarse con el nivel suficiente para obtener una descripción de detalle de todos los elementos componentes de esta Planta, que por otro lado deberán estar incluidos en la Memoria Descriptiva.

El anteproyecto de la Planta de Tratamiento de Lixiviado, deberá incluir una memoria técnica, conjuntamente con las piezas gráficas a escala 1:200 . Posteriormente a la adjudicación, el contratista deberá gestionar y obtener la aprobación de esta Planta de Tratamiento frente a la Dirección Nacional de Medio Ambiente (Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente), así como la aprobación del Informe de Puesta en Funcionamiento correspondiente.

El Plano de Ubicación tendrá una escala E = 1 : 10.000

2.3. Consideraciones del impacto ambiental

2.3.1 Localización

Referente a la ubicación del sitio para realizar el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos, la Intendencia decidió mantener la actual posición, ya que como ya se dijo esta localización (Paraje Las Rosas) había generado poca afectación negativa y denuncias de vecinos. El tener esta situación, con un vertedero y no un Relleno Sanitario, hizo pensar que un establecimiento del tipo del que se aspira tener (según lo que ha sido caracterizado más arriba) sería perfectamente tolerado por los vecinos del lugar y el ambiente de los alrededores. Cinco años antes esta Intendencia y la comunidad en su conjunto, estuvimos pensando en torno a la ubicación adecuada para el sitio de disposición final de residuos sólidos, pasando el mismo por distintos lugares provisorios de alternativa. Por lo que una vez encontrado un sitio en el cual esta actividad causa baja afectación (al menos aparente), el mismo será mantenido.

Art. 104 - La Intendencia entregará el sitio donde actualmente se deposita el Residuo Sólido, a los efectos de ubicar la infraestructura necesaria para realizar los servicios aquí licitados. En el plano entregado, se detalla la planialtimetría del área ya utilizada y del área que ha permanecido libre. El enterradero actual se entregará (por parte de la Intendencia) sin destape.

Este terreno podrá ser utilizado para Relleno Sanitario en las zonas indicadas como libres. Para el momento en que se agote dicho terreno, el oferente deberá proponer a la Intendencia otro terreno que diste del primero no más de 1.500 mts (mil quinientos metros) aproximadamente y se ubique sobre camino vecinal que esté en condiciones similares al que hoy le da acceso al actual enterradero municipal.

2.3.2. Requerimiento de la vialidad ambiental

Además de todos los estudios preliminares exigidos, se solicitó tramitar la Viabilidad Ambiental definida como sigue.

Art. 119 - El Contratista deberá realizar la gestión de la Vialidad ambiental de la actividad aquí licitada, y obtener la aprobación correspondiente del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

Este estudio deberá describir y evaluar la siguiente información:

- actividades a desarrollar y uso del predio.
- plano de ubicación a Escala 1:10.000 , identificando las ciudades de Maldonado y San Carlos, así como los principales accidentes geográficos, rutas nacionales, caminos vecinales, poblados, casas, establecimientos de uso turístico, industrial, y cualquier otro elemento significativo.
- principales características ambientales del entorno:
 - geología del subsuelo
 - hidrología
 - accidentes geográficos
 - vías de acceso, caminos vecinales y rutas nacionales
 - flora y fauna, naturales del lugar
 - viviendas cercanas
- impactos sobre los recursos descriptos e inferibles que se produzcan a partir de la realización de las actividades de Relleno Sanitario y Recuperación - Reciclado de Residuos Sólidos.

2.3.3 Del cuidado de los alrededores

A este respecto en el Art. 116 se estableció que a los efectos de evitar la degradación del medio ambiente se establecerán las acciones necesarias para controlar los roedores, aves e insectos, utilizando medios y productos autorizados a tales efectos por el Ministerio de Salud Pública y esta Municipalidad.

Por otro lado dentro de las pautas técnicas para el Relleno Sanitario, se estableció la obligación de realizar una cerca en todo el contorno del Establecimiento, que entre otras cosas contribuya al control de la dispersión con el viento de elementos livianos como las bolsas de polietileno.

2.3.4. Del cuidado del subsuelo

En el Art. 116 se estableció que para el control de la posible contaminación en el subsuelo se practicarán seis perforaciones (pozos testigos) dentro del establecimiento con hasta 30 mts (treinta metros) de profundidad. La ubicación y profundidad de estas perforaciones se determinarán por parte de la Intendencia. Estos pozos testigos tendrán un diámetro mínimo de 100 mm (cien milímetros). El Contratista realizará un

equipamiento de dos electrobombas sumergibles y portátiles para la extracción de agua. La alimentación de energía eléctrica correrá por cuenta del Contratista pudiendo quedar resuelto por conexión a la red de energía eléctrica existente en el establecimiento o por grupo electrógeno.

Referente al monitoreo del agua del subsuelo, se estableció que el mismo será de cuenta del Contratista, y se realizará una vez cada tres meses.

Los parámetros a controlar serán:

- Cromo hexavalente
- Plomo
- Mercurio
- Nitrato
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Bacteriología (coliformes totales)

2.3.5. Del cuidado de cursos de aguas superficiales

En el Art. 116 se estableció que para evitar la contaminación de los cursos de agua superficiales, se instrumentará el tratamiento de líquidos lixiviados, y se minimizará la concurrencia de aguas provenientes de lluvia hacia el lugar por donde escurren los lixiviados.

En el Art. 110 se estableció que el efluente de la Planta de Tratamiento deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 253/79.

Por otro lado se estableció que el Efluente de la Planta de Tratamiento deberá analizarse (a cargo del Contratista) una vez cada tres meses. Los parámetros a controlar serán:

- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)
- Bacteriología (Coliformes Totales)
- Sólidos Suspendidos
- Metales Pesados

Además, el curso de agua a donde se conecte el efluente de la Planta, deberá monitorearse (a cargo del Contratista) una vez cada seis meses. Los parámetros a controlar serán:

- Oxígeno Disuelto
- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)
- Bacteriología (Coliformes Totales)
- Metales Pesados

2.3.6. Del cuidado de la atmósfera

Dentro del Art. 71 y referido a los controles que realizará la Intendencia y que más adelante se verá con mayor detalle, se establece que los olores nauseabundos en los alrededores del Establecimiento será uno de los parámetros de inspección expresamente establecido.

Por otro lado, y como ya fue visto en la Pautas Técnicas del Relleno Sanitario, se ha establecido la construcción de torres de venteo, las cuales facilitarán no sólo la evacuación de los gases que se produzcan en el seno del propio Relleno Sanitario, sino que fundamentalmente permitirán la recolección de los mismos y el manejo que se considere más apropiado (quemado, filtrado, almacenamiento como combustible, etc).

2.3.7. Del cuidado frente a microorganismos patógenos de alto riesgo

Para los residuos infecciosos, provenientes de todos aquellos centros de atención en la salud de la población, se ha previsto la construcción de una FOSA SANITARIA DE SEGURIDAD, tal como ha sido explicado en el capítulo sobre Pautas Técnicas para el Relleno Sanitario. A grandes rasgos se trata de una fosa totalmente impermeabilizada por membrana flexible específica para este tipo de uso, dentro de la cual los residuos infecciosos descriptos son dispuestos y tapados inmediatamente luego de su llegada.

El cuidado y la precaución en la disposición final ha sido definida con mayor seguridad, ya que a la impermeabilidad pedida a las celdas de Relleno Sanitario de residuo sólido doméstico se le ha agregado un factor de seguridad alto como es el uso de membranas flexibles impermeables. También en la operación se ha extremado la seguridad, ya que se solicita el tapado inmediato al arribo del residuo, e incluso pudiendo llegar a utilizarse la cal como elemento séptico de tapada.

2.4. Controles, inspecciones y multas

2.4.1. De las inspecciones y controles

Una vez establecidas las tareas que el Contratista debe realizar, ha sido fundamental establecer las formas y parámetros que la Intendencia utilizará para inspeccionar y controlar los servicios; así también como la determinación de las multas para cuando se constaten apartamientos del buen desarrollo de los servicios de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos. Seguidamente se detalla como fue abordado el tema en el Pliego de Condiciones de la Licitación.

Art. 70 - La Intendencia se reserva el derecho de establecer los controles que aseguren la regularidad, la calidad y la eficiencia de los servicios.

Art. 71 - Los controles podrán realizarse sobre los distintos aspectos del funcionamiento de la empresa adjudicataria y entre otras en las áreas de: enterramiento de residuos - captación, conducción y tratamiento de lixiviado - recuperación y reciclado de residuos. Basicamente incluirá:

- permeabilidad de suelo del fondo de las celdas utilizadas en el Relleno Sanitario
- tapada en las distintas fosas (de residuos hospitalarios, de restos orgánicos, y del resto de residuos).
- presencia de roedores, insectos y olores nauseabundos en los alrededores y dentro del Establecimiento de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos.
- análisis de efluentes líquidos del establecimiento, a efectos de corroborar el cumplimiento del Decreto 253/79.
- cantidad de residuos que se entierra.
- cantidad de residuos que se recupera y recicla en sus distintos componentes.

Art. 73 - Los controles se efectuarán en cualquier momento, durante el horario de trabajo o fuera del mismo.

Paralelamente y dentro de otras obligaciones que deberá atender el Contratista, y a los efectos de poder hacer efectivas las cláusulas de inspección y control que el Pliego de Condiciones ha establecido, figuran:

- Proporcionar un vehículo a la Dirección de la Intendencia, durante todo el periodo en que se realicen los servicios contratados. Esto facilita las inspecciones y la respuesta rápida de la Intendencia ante denuncias puntuales, o disfunciones momentáneas; además asegura los movimientos de la Dirección de Obra frente a ocasionales no disponibilidades de vehículos.
- Proporcionar una máquina fotográfica con registro de día y hora inviolable, conjuntamente con el revelado y ampliación de dos películas de 36 exposiciones por cada mes del periodo en que dure el servicio licitado. Este elemento permitirá tener un registro gráfico de lo que sucede todos y cada uno de los días del periodo completo de contrato, particularmente en la medida del destape de residuos. Este registro será de vital importancia, no solo ante diferencias que puedan existir con el Contratista sino también para brindar a la sociedad en su conjunto una prueba fehaciente de cómo ha sido llevado a cabo el servicio. El buen desempeño de un contratista al realizar una carretera, se evidencia con el comportamiento que tiene la misma (de acuerdo al uso que se le da), lo que se evalúa fundamentalmente luego de haber sido finalizada su construcción. Mientras que para un Relleno Sanitario, sin dejar de que nos importe el comportamiento después de haberse finalizado, interesa fundamentalmente evaluar cómo fue su funcionamiento durante su construcción.
- Proporcionar un local de 3 mts x 3 mts (o similar) como oficina, con un baño para personal municipal de control. Dicho local estará ubicado en lugar apropiado para desarrollar las tareas de contratista, así como contar con adecuadas ven-

tanás que permitan una efectiva visualización de las tareas que se desarrollen en el Establecimiento de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos.

2.4.2. De las multas

Art. 62 - Se establece un periodo de tolerancia de 30 días a regir desde que se notifiquen las deficiencias que puedan ocurrir por primera vez en el cumplimiento de los servicios, a efectos de ajustar el desarrollo normal. Para el caso de reiteración de la deficiencia en cuestión, el periodo de tolerancia se reduce a 10 días para la segunda vez de constatación de la deficiencia, y a 2 días para la tercera y demás veces de constatación de la deficiencia.

Art. 63 - El Contratista adoptará las medidas necesarias para corregir las deficiencias de las que sea responsable durante el periodo de tolerancia.

Art. 64 - Finalizado el periodo de tolerancia, la Intendencia podrá imponer al Contratista las sanciones pecuniarias que regulan la siguiente tabla:

1 Presencia de roedores y olores nauseabundos en los alrededores	10 a 50 U.R./día
2 Presencia de residuos livianos como bolsas de plástico en los alrededores	5 a 20 U.R /día
3 Ausencia de Oxígeno disuelto en el curso de agua donde desemboca el efluente de la Planta de Tratamiento de Lixiviados	5 a 50 U.R /día
4 No cumplimiento de los valores establecidos en el Decreto 253/79 en el efluente de la Planta de Tratamiento de Lixiviados	5 a 50 U.R /día
5. Descarga directa de lixiviado al curso de agua sin pasar por la Planta de Tratamiento	20 a 100 U.R /día
6 Destape diario promedio mensual superior a medio día	100 U.R /día
7. Destape superior a los cuatro días	100 U.R /día

Art. 65 - Además de las deficiencias específicas establecidas, la Intendencia se reserva el derecho de imponer una penalidad hasta el importe máximo por deficiencia del Contratista en el cumplimiento de sus obligaciones conforme al contrato.

Art. 66 - Además, el Contratista podrá ser sancionado con penalidades graduables entre el 5 y el 50% del monto total de la facturación por los servicios correspondientes al mes en que, mediante procedimientos administrativos lograre o intentare de la Intendencia retribución indebida utilizando para ello el ardid o el engaño en cualesquiera de sus formas, sin perjuicio de la revocación del contrato y de las acciones penales que correspondieran.



Como comentario a este apartado sobre las multas, cabe precisar que se entiende realmente dificultoso el cumplimiento del Relleno Sanitario con todo su rigor, aún con las flexibilizaciones que el Pliego que se analiza ha planteado; por lo que se introduce un nuevo factor de tolerancia (en el establecimiento de multas) y que deberá ser manejado por la Intendencia de manera de permitir al Contratista superar los problemas al principio del contrato y obtener un adecuado servicio a lo largo de todo el periodo de dicho contrato. Es importante destacar que este servicio de Tratamiento y Disposición Final tal como ha sido planteado, es uno de los primeros en su género en nuestro país; por lo que es de esperar la aparición de una gran cantidad de inconvenientes e imprevistos en su puesta en funcionamiento.

2.5. Recolección de datos de interés

La recolección de datos de interés siempre es una tarea altamente beneficiosa, y que en la mayoría de los casos no demanda costos extras de importancia.

Art. 77 - El Contratista estará obligado a suministrar la siguiente información detallada en forma mensual:

- residuo hospitalario a disponer en metros cúbicos/mes y en toneladas/mes.
- restos biológicos a disponer en metros cúbicos/mes y en toneladas/mes.
- residuos domiciliarios a procesar en recuperado y reciclado en toneladas/día
- residuos a enterrar en metros cúbicos/día y en toneladas/día.
- papel, cartón, vidrios, metales, plásticos en sus distintos tipos, pilas y baterías; en las unidades que resulten más convenientes y en cada tipo.

Por otro lado de los monitoreos de aguas se obtendrán los valores de diferentes elementos como:

- para aguas subterráneas: cromoexavalente, plomo, mercurio, Nitrato, DQO, y Coliformes Totales.
- para aguas del efluente de la Planta: DBO5, Coliformes Totales, Sólidos Suspendidos y Metales Pesados.
- para aguas del curso de agua donde llega el efluente de la Planta: Oxígeno Disuelto, DBO5, Coliformes.
- Totales, y Metales Pesados.

También al exigirse el cumplimiento del Decreto 253/79, se obtendrá el rendimiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviado en la remoción de sus distintos elementos que miden el grado de contaminación, así como evaluar la incidencia de las precipitaciones en la producción de lixiviado.

Podrá caracterizarse el lixiviado de la fosa de seguridad utilizada para los residuos hospitalarios, y la efectividad de su tratamiento.

Otros datos de interés que podrán ser recogidos, tal como se pauta el presente Pliego de Licitación, son:

- Densidad real alcanzada en el Relleno Sanitario (toneladas por metro cúbico), con determinación del porcentaje de material para el tapado de residuos.
- Incidencia sobre el subsuelo del Relleno Sanitario, teniendo en cuenta la permeabilidad del terreno
- Posibilidad de caracterizar el desprendimiento gaseoso (composición y cantidad) del Relleno Sanitario.

3. Respuesta del sector privado

3.1. Caracterización de las respuestas

Ante el Llamado a Licitación Pública realizado, se presentaron cuatro ofertas, con las siguientes figuras jurídicas:

- una en forma de consorcio.
- una con promesa de consorcio, para el caso en que resultare adjudicataria.
- dos empresas en formas de sociedades anónimas.

Uno de los oferentes tienen integración 100% uruguaya (tanto en sus aspectos empresariales como en el de sus técnicos), los otros tienen integración mixta de recursos uruguayos y extranjeros (en dos casos con argentinos y en el restante con brasileros).

3.2. Comparación de aspectos relevantes de las ofertas

Seguidamente se presenta una cuadro comparativo con los aspectos más relevantes de las cuatro ofertas:



Elemento de comparación	Oferta N°1	Oferta N°2	Oferta N°3	Oferta N°4
Antecedentes en				
Relleno sanitario	Muy buenos	Buenos	Muy buenos	Totalmente Propios
Vertedero	No tiene	Buenos	No tiene	No tiene
Recuperado y reciclado				
Superficie total del terreno propuesto	3,17 Há	10,0 Há	6,00 Há	9,7 Há
Coefficiente de permeabilidad del subsuelo inmediato (cm/seg)	10 (EXP-6)	10 (EXP-7)	No presenta	10 (EXP-7)
Área para ser utilizada en el Relleno Sanitario	2,17 Há	2,77 Há	4,00 Há	3,6 Há
Densidad del residuo propuesta lograr dentro del Relleno Sanitario	1,0 Ton/m3	No especifica	0,90 Ton/m3	0,7 Ton/m3
Volumen propuesto para ser utilizado en el Relleno Sanitario	153.900 m3	167.000 m3	300.000 m3	236.00 m3
Equipamiento propuesto	2 Buldozer 1 Pala Cargad. 1 Camión	1 Compactador 2 Buldozer 2 Palas Cargad. 2 Camiones	1 Compactador 1 Buldozer 1 Pala con retroexcav. 1 Camion	1 Traxcavator 1 Pala carg. 1 Retroexc. 1 Tractor 1 Volqueta 1 Camión 1 Vibropis
Área propuesta para la Fosa Biológica	240 m2	2 000 m2	No especifica	525 m3
Área propuesta para la Fosa de Seguridad	350 m2	1.200 m2		1.134 m2
Equipamiento propuesto para recuperar y reciclar	Cinta transport. Electroman Molino triturador a martillos locos removibles-30 HP Cinta transport de alta velocidad Prensa enfardadora Pala cargadora	3 Cintas transport Electroma Zaranda Cilíndrica 2 Prensas enfardadoras 1 Molino para plásticos 1 triturador	Triturador de bolsas Cinta alimentadora Tolva de carga Zaranda rotativa Cinta transport	Grúa con grapo 6 Cinta transport. 2 Zarandas cilíndricas



En el tratamiento de Líquidos Lixiviados				
Tipo de Tratamiento	Biológico	Biológico	Químico + Biológico	Biológico
Unidades de Tratamiento	Lag. Anaerobia Lag. Aireada Desinfeccion	Lag. Anaerobia Lag. Aireada Lag. facultativa	Floculadores Lag Aireada Desinfeccion Facultativa	Lag Anaerobia Lag. Escurrimiento superficial
Área global utilizada para el tratamiento	750 m2	2 900 m2	300 m2	6.150 m2
Caudal de lixiviado previsto tratar	5 m3/día	43 m3	12 a 15 m3/día	7 a 12 m3/día
Concentración de DBO prevista para el lixiado (mg./lt)	6 000	5.000		20.000 a 40.000
Carga orgánica prevista a tratar (Kg. DBO/día)	30	220		400 a 570
Caudal de pluviales previstos recibir	2,8 m3/día	21,3 m3/día	0 m3/día	
Laguna Anaerobias				
Cantidad	1 unidad	2 unidades		2 unidades
Eficiencia en la remocion de DBO	40%	0,65 x 0,65 = 88%		
Carga (Kg DBO/100 m3 día)	3	10 a 17		20
Tiempo de retencion	200 días	47 días		120 a 206 días
Laguna Aireada				
Carga (Kg DBO/m3 día)	8	3,6		
Eficiencia Remocion DBO	99%	80%		
Tiempo de Retención	78 días	17 días		
Laguna Facultativa				
Carga (Kg. DBO/Ha día)		69		150
Eficiencia Remocion DBO		60%		No especifica
Tiempo de Retención		25 días		727 a 1.243 días



3.3. Cuadro comparativo de precios ofertados

Luego de haber descrito en forma más o menos detallada, las pautas de los servicios que la Intendencia pretende contratar, y haber caracterizado las ofertas; pasamos al precio de los diferentes rubros.

Rubro	Oferta N°1	Oferta N° 2	Oferta N°3	Oferta N°4
Relleno Sanitario	10,05	9,04	15,38	30,52
Recuperado y Reciclado	19,95	41,82	26,29	71,48
Disposición de Res. Hospital				
En Fosa Seguridad	21,82	104,55	25,63	73,80
En Homo Pirolítco		292,64	284,50	

Los datos están expresados en U\$S/Tonelada.

Para el caso de disposición de Residuos Hospitalarios se plantearon alternativas, recurriendo al proceso de incineración pirolítca.

Intendencia

X



Portadilla
Resumen
Prólogo
Capítulo 1
Capítulo 2
Capítulo 3
Capítulo 4
Capítulo 5
Capítulo 6
Capítulo 7
Anexo 7.1
Anexo 7.2
Anexo 7.3
Anexo 7.4
Anexo 7.5
Anexo 7.6
Anexo 7.7
Capítulo 8
Anexo 1 RSD
Anexo 2 RSD
Anexo 3 RSD
Anexo 4 RSD
Anexo 5 RSD
Bibliografía
Bibliografía de repidisca
Índice

Fuentes usadas: garamond, times new roman, arial black, arial.

**DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y PROGRAMACIÓN DE
INVERSIONES**

Distr.
LIMITADA

LC/IP/L. 153
14 de octubre de 1998

ORIGINAL: ESPAÑOL

**DOCUMENTO DE APOYO PARA LA PREPARACIÓN,
EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS DE RESIDUOS
SÓLIDOS MUNICIPALES**

RESUMEN

El problema de los desechos sólidos domiciliarios constituye uno de los problemas de mayor envergadura en las ciudades tanto grandes como pequeñas. Sus implicaciones sobre el medio ambiente y la salud de la población demandan un tratamiento integral para alcanzar soluciones adecuadas desde el punto de vista social y económico. Todo esto involucra el tratamiento sistémico de aspectos relacionados con la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos domiciliarios. En este sentido, al análisis de las diferentes etapas constituye un excelente caso para identificar, formular, evaluar, ejecutar y controlar correctamente un proyecto de inversión.

Además de los anteriores aspectos, la presente Guía le asigna una especial relevancia a la identificación de alternativas, la evaluación del impacto ambiental y la participación ciudadana. Así, con un enfoque práctico, el diseño de la Guía ofrece información útil y orientación básica para promover respuestas viables y sustentables.

PRÓLOGO

La sustentabilidad ambiental, como elemento fundamental del desarrollo económico y social, en escenarios cada vez más descentralizados y competitivos, tiene entre otros desafíos, el manejo integral, participativo y eficiente de los residuos sólidos domiciliarios. Sin ese manejo, el impacto nocivo sobre el ambiente y las personas es costoso y con frecuencia irreparable.

El tema de los residuos sólidos domiciliarios ha sido objeto durante la última década de intensos debates en medio de variadas experiencias de gestión. El problema sin embargo, se agudiza en los municipios o localidades pequeñas donde la escasez de recursos de toda índole es más aguda y restrictiva. Además, en el marco de las nuevas disposiciones legales, la problemática sintetiza la importancia de articular adecuadamente instrumentos, medios y políticas para alcanzar una solución equitativa y eficiente.

Desde un enfoque práctico y operativo, el presente Documento de Apoyo constituye una versión revisada, con énfasis en las fases de preparación y evaluación del ciclo de los proyectos y en los pormenores metodológicos de la evaluación de impacto ambiental.

Tiene como base sustantiva la Guía Para la Preparación, Evaluación y Gestión de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales, elaborada por el Profesor Marcel Szantó y el grupo de Residuos Domiciliarios de la Escuela de Ingeniería en Construcción de la Universidad Católica de Valparaíso, con el apoyo técnico y la supervisión del ILPES a través de la Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones. (Años 1998, 1999).

La actual edición, (año 2000), es una versión ampliada, preparada especialmente para el curso internacional sobre Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales e Impacto Ambiental, por el Ing. Francisco Zepeda de OPS/CEPIS, con la colaboración de la Licenciada Teresa Civalero de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.



1. El manejo integral de los residuos sólidos urbanos

Introducción.

Durante casi toda la existencia de la humanidad, posiblemente unos dos millones de años, los recursos naturales como bosques, combustibles fósiles, agua y aire, apenas fueron afectados. Al principio, cuando el número de habitantes era muy reducido y aún no conocía el fuego, el hombre sólo tomaba de la naturaleza alrededor de las dos mil calorías diarias necesarias para vivir, y arrojaba unos cuantos desechos que la naturaleza asimilaba fácilmente. Posteriormente, cuando descubre el fuego, inventa las herramientas y comienza a utilizar algunos recursos para su vestido y su vivienda, el efecto sobre el ambiente es mayor, pero aún sin causar daños irreversibles. Los primeros problemas con los residuos sólidos comienzan al surgir los núcleos urbanos, hace unos dos o tres mil años, pero nada aún no controlable.

Con la revolución industrial del siglo XIX, la mejora de las condiciones económicas y sanitarias que aumentan la esperanza de vida, el proceso de urbanización y el ritmo de crecimiento de la población son los principales determinantes de que, durante los últimos 200 años, la humanidad halla consumido más recursos naturales y energía y producido más contaminación que en los dos millones de años anteriores. La naturaleza tiene una capacidad de asimilación de la contaminación sin que se vea afectada irreversiblemente; por ejemplo en los bosques y selvas los residuos producidos por la caída de las hojas son de inmediato atacados por bacterias y otros organismos que los convierten en cómpost o abono evitando la contaminación de los suelos. Sin embargo, si la cantidad de residuos excede la capacidad de los microorganismos para transformarlos, las condiciones cambian y se producen daños irreversibles al ambiente. Si la calidad o contenido de los residuos cambia incorporando más materiales no biodegradables y

tóxicos, el proceso natural se hace más difícil. Lo mismo sucede con otros recursos como el agua y aire.

En los años sesenta comienzan a surgir grupos de personas y científicos preocupados por la encrucijada en que estaba la humanidad por las altas tasas de crecimiento demográfico, que hacían predecir que la población mundial se duplicaría en unos 40 a 50 años y en consecuencia la demanda de recursos naturales y la producción de contaminación crecerían proporcionalmente. Dos conferencias mundiales se organizan sobre este tema, la primera en Estocolmo en 1972, y la segunda en Río de Janeiro 20 años después. A continuación se hace un análisis de los resultados de la última, denominada Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), destacando principalmente lo referido al manejo de los residuos sólidos urbanos.

1.1 La Agenda 21 y el manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU)

La Agenda 21 constituye un plan global de acción para hacer posible la transición hacia el desarrollo sostenible. Tiene cuarenta capítulos, cada uno de los cuales propone un conjunto de acciones que deben ser tomadas por los Estados y personas en cada una de las áreas ambientales afectadas por el desarrollo. El capítulo 1 es un preámbulo, los capítulos 2 al 8 se relacionan con aspectos sociales y económicos, los capítulos 9 al 22 con la conservación y manejo de recursos, los capítulos 23 al 32 con el fortalecimiento de la función de los grupos principales y finalmente los capítulos 33 al 40 tratan los medios de implementación de todas las acciones propuestas.

a) Desarrollo de la reunión en Río de Janeiro.

El entonces Secretario General de las Naciones Unidas, Boutros Boutros Ghali, presentó así el Programa o Agenda 21:

La Cumbre de la Tierra celebrada en junio de 1992 en Río de Janeiro fue un hito importante que alertó al mundo sobre la necesidad de crear un proceso de desarrollo que no represente una amenaza a las generaciones futuras.

La Conferencia de Río logró un consenso en más de un área; en primer lugar, permitió un conjunto de acuerdos entre los gobiernos y aseguró de esta manera un avance significativo en la cooperación internacional a favor del desarrollo y el ambiente. Segundo, colocó el compromiso político de estas negociaciones en el nivel más alto y el tema del desarrollo sostenible en el meollo de la agenda internacional. Tercero, abrió nuevas vías de comunicación y cooperación entre las organizaciones oficiales y no oficiales que trabajan en el campo del desarrollo y el ambiente. Cuarto, logró que el público tomara conciencia sobre los aspectos discutidos durante el proceso; una conciencia que debe facilitar la adopción de políticas y la asignación de recursos adicionales para cumplir con la tarea.

El Programa 21, es un programa integral de gran alcance para el desarrollo sostenible

y constituye el centro de las actividades de cooperación y coordinación internacional dentro del sistema de las Naciones Unidas para los próximos años. Su función en reactivar la cooperación internacional será crucial. Basado en el espíritu de Río, la implementación del Programa 21 debe verse como una inversión en nuestro futuro. Hago un llamado a la comunidad donante para que asegure un flujo de nuevos recursos para servir los intereses comunes del mundo entero.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, o Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, brindó una oportunidad única de cambio para colocar a nuestro planeta en el camino hacia un futuro más seguro y sostenible.

Necesitamos realizar un cambio fundamental. Requerimos cambiar nuestra vida económica, usar de manera más racional y considerada los recursos de la tierra y compartir con mayor cooperación y equidad los beneficios y los riesgos de nuestra civilización tecnológica. De especial importancia es la necesidad de integrar la dimensión ecológica a la educación y la cultura, así como a la economía.

Los principales logros de la Cumbre de la Tierra son:

- Programa 21; un plan detallado e integral para realizar acciones globales que permitan la transición hacia un desarrollo sostenible;
- La Declaración de Río sobre Ambiente y Desarrollo; una serie de principios que definen los derechos y responsabilidades de los Estados en estas áreas;
- Un conjunto de principios que apoyan el manejo sostenible de los bosques a nivel mundial;
- Dos convenciones vinculadas jurídicamente, cuyo objetivo es prevenir el cambio global del clima y la erradicación de diversas especies biológicas, las que fueron firmadas por representantes de más de 150 países.

Desde luego, el cumplimiento de algunos de los propósitos de la Cumbre de la Tierra todavía no se han logrado, pero en términos generales el Programa 21 constituye la acción más integral y de mayor alcance aprobado por la comunidad mundial. Su aprobación por el nivel político más alto de los países participantes, le da especial autoridad e importancia, ya que por primera vez en la política internacional se tiene el consenso de que el futuro del planeta está en juego si no se revierte el proceso de abusar de él.

Un análisis elaborado con anterioridad a la reunión indicó que la pobreza, el hambre, la malnutrición y el acceso limitado a los servicios de salud representaban las causas de muerte de 30 millones de niños; de ellos, 5 millones debido a enfermedades diarreicas y 2 millones por malaria con una tendencia creciente; señaló también que 1000 millones de personas vivían con niveles inadmisibles de contaminación atmosférica. Una de las conclusiones más sorprendentes fue que el 15% de la población mundial que vivía en los países ricos, consumía 80% de los

recursos y generaba 75% de la carga contaminante.

La *Declaración de Río sobre el Ambiente y Desarrollo* reafirmó la declaración de Estocolmo de 1972 y basada en ella, estableció la meta de crear una sociedad mundial nueva y equitativa con diferentes niveles de cooperación entre los Estados, sectores clave de la sociedad y de la población en general, para lograr acuerdos internacionales que respeten los intereses de todos, protejan la integridad global del ambiente y del desarrollo y reconozcan la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra. También proclamó 27 principios que establecen los derechos de los Estados y las recomendaciones para proteger el ambiente a niveles local, nacional y mundial. Estos principios cubren las principales áreas de la protección ambiental y conservación de recursos y establecen derechos, responsabilidades, la notificación y cooperación que los Estados y las comunidades deben observar al considerar la explotación de recursos, la lucha contra la pobreza, el compromiso de lograr el desarrollo sostenible, la importancia de la evaluación del impacto ambiental, el efecto destructivo de las guerras y la importancia de la paz.

De estos principios, cabe destacar el décimo que estableció que los aspectos ambientales se resuelven mejor con la participación e información de las comunidades y ciudadanos para que puedan intervenir en el proceso de toma de decisiones. Este principio es de importancia para el manejo de residuos sólidos debido al síndrome NIMBY que se deriva de las iniciales en inglés de Not In My Back Yard. Es decir la oposición de la gente a que se coloquen rellenos sanitarios u otras instalaciones de residuos cerca de donde viven.

Debido a su naturaleza antropocéntrica y a su relación con el manejo de residuos sólidos, se cita también el principio 1: *“Los seres humanos son el centro de la preocupación en el desarrollo sostenible y tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.”*

Los principios para el manejo sostenible de los bosques reconocen el valor intrínseco ecológico, social, económico, recreativo y estético de los bosques. Se declara que su conservación es de interés común para la humanidad y se reconocen los derechos de los Estados para usar y explotar estos recursos de manera sostenible.

Las convenciones para prevenir el cambio climático mundial y la erradicación de la diversidad biológica están relacionadas con la prevención del cambio climático de la tierra provocado por las actividades del hombre, incluyendo aquellas que tienen consecuencias directas en la salud humana, principalmente la reducción de las emisiones gaseosas de bióxido de carbono y otras, que producen el efecto invernadero y que provocan el enrarecimiento de la capa de ozono.

Específicamente, los capítulos 20 y 21 se refieren al manejo ambientalmente adecuado de residuos peligrosos y urbanos, respectivamente. A continuación se analiza el Capítulo 21 de la Agenda 21, referido al manejo ambientalmente adecuado de los residuos sólidos urbanos por su pertinencia a los objetivos del curso.

b) El Capítulo 21 de la Agenda 21; *El Manejo ambientalmente adecuado de los residuos sólidos*

Todos los capítulos de la Agenda tienen la misma estructura; constan de una introducción y justificación breves, seguidas de las áreas programáticas de acción. Cada área programática contiene una base para la acción, objetivos, actividades de manejo y evaluación de costos financieros.

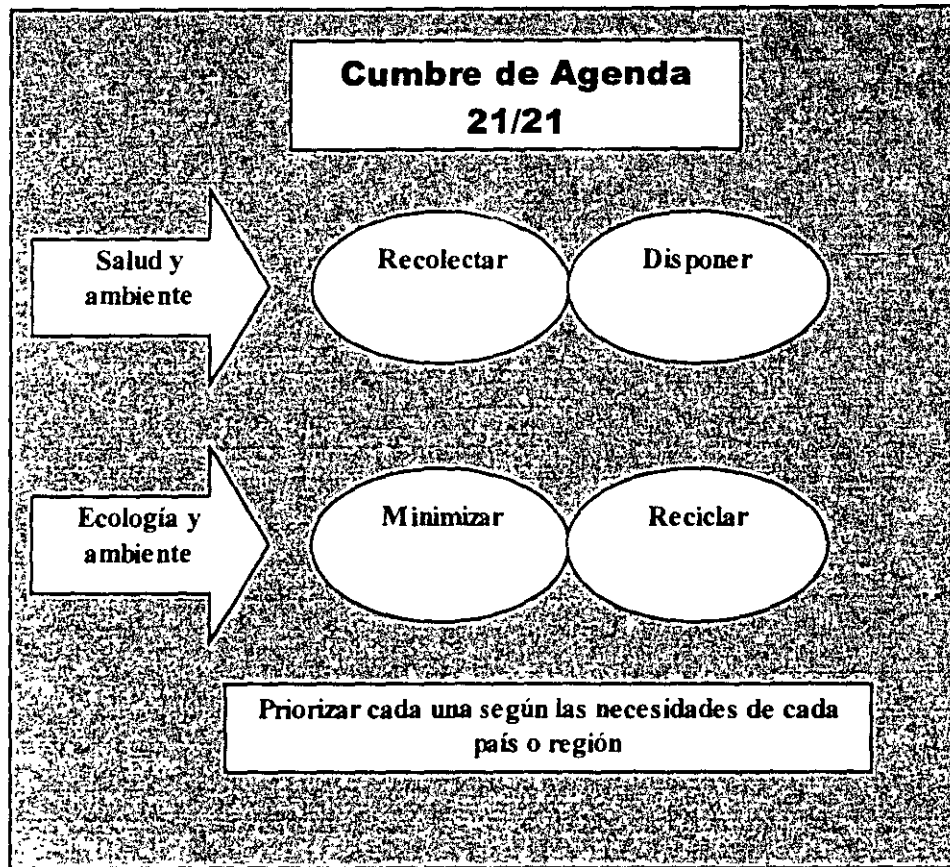
A continuación se presenta un resumen de cada parte del capítulo 21 seguido de una presentación de la situación actual en países desarrollados y en desarrollo. En particular en éste último caso sobre la situación en América Latina y el Caribe. Posteriormente se formulan algunas consideraciones sobre propuestas de acciones en nuestros países.

Los residuos sólidos municipales (RSM) se definen como aquellos que *incluyen la basura doméstica y otros residuos urbanos no peligrosos, tales como los residuos comerciales e institucionales y los residuos de la limpieza de calles y escombros de la construcción*. En algunos países, el manejo de residuos sólidos urbanos también abarca ciertos residuos humanos, tales como heces, ceniza del carbón usado en la preparación de alimentos y lodos de tanques sépticos y de plantas de tratamiento de aguas residuales.

El objetivo principal del capítulo es considerar el manejo de residuos sólidos urbanos no sólo como un problema de recolección y disposición sino como un concepto integral de manejo del ciclo de vida, que incluya modelos sostenibles de producción y consumo. Este manejo debe basarse en una jerarquía de objetivos de las cuatro áreas principales de acción del programa:

- **Minimización de residuos**
- **Maximización del reuso y reciclaje ambientalmente adecuado de los residuos**
- **Promoción del tratamiento y disposición ambientalmente adecuado de los residuos**
- **Expansión de la cobertura del servicio de recolección.**

La combinación y énfasis de cada una de las cuatro áreas del programa variarán según las condiciones locales socioeconómicas, físicas y las tasas de generación y composición de residuos.



Como ya fuera expuesto en el Módulo Introductorio, la figura constituye una representación gráfica de las cuatro áreas del programa del capítulo 21.

Es importante destacar que, para los países en desarrollo, las áreas de recolección y disposición son muy importantes pues no se ha logrado aún una cobertura universal y tienen influencia directa sobre la salud pública y la contaminación ambiental. Los países desarrollados en cambio tienen una cobertura casi universal de recolección y de tratamiento y/o disposición final por lo que sólo deben concentrarse en mantener la cobertura y mejorar la calidad de estos servicios.

En las áreas de minimización de residuos y maximización del reuso y reciclaje, los países en desarrollo recién comienzan algunas actividades, generalmente a nivel local y sólo en unas pocas ciudades o en algunos sectores de las ciudades. Estas dos áreas se relacionan directamente con la conservación de los recursos naturales y energía. En cambio, los países industrializados, al tener ya resueltos los problemas de los servicios de recolección y disposición final, tienen programas de minimización y reciclaje, que han iniciado hace varios años con metas definidas y recursos financieros apropiados.

Area de acción 1. Minimización de residuos

La justificación o base para la acción de este área programática radica en que los modelos no apropiados de producción y consumo están aumentando persistentemente la cantidad y variedad de residuos. La tendencia podría cuadruplicar las cantidades para el año 2025. Un enfoque preventivo de la producción de residuos orientado a cambiar estilos de vida y modelos de producción y consumo ofrece la mejor oportunidad de revertir las tendencias actuales. Es por ello que se pueden establecer como objetivos de la minimización de residuos:

- Estabilizar o reducir la producción de residuos.
- Fortalecer la capacidad de evaluar los cambios en la cantidad y composición de los residuos.

De acuerdo a este enfoque es importante que los gobiernos, según su capacidad y recursos disponibles, fijen las siguientes metas para el año 2000:

- a) Asegurar la capacidad de evaluar y monitorear las tendencias de los residuos e implementar políticas de minimización de residuos.
- b) Generar programas de minimización de residuos en todos los países industrializados. Los países en desarrollo deben estar trabajando para lograr esta meta.
- c) Generar programas para reducir los residuos agrícolas en todos los países, en particular, en los países industrializados.

Los programas de minimización deben propender a: promover la participación activa de las ONG y grupos de consumidores, fortalecer la capacidad nacional para desarrollar y diseñar tecnologías y medidas para reducir los residuos, brindar incentivos a los productores y consumidores y desarrollar planes nacionales de reducción de residuos e incluirlos en programa nacional de desarrollo. Para ello se sugiere que los países industrializados destinen 1% de los gastos en residuos sólidos a la minimización.

De las cuatro áreas programáticas del capítulo 21, ésta es definitivamente la más importante desde el punto de vista ecológico, ambiental y de conservación de recursos. Es decir que es mejor evitar la producción de residuo que reciclarlo y parece razonable pedirle a los municipios que inviertan 1% de su presupuesto destinado a los residuos sólidos en la minimización de residuos. Se recomienda que la sociedad, principalmente los productores y consumidores, tomen conciencia de las ventajas de las prácticas voluntarias de minimización de residuos. La regulación debe respaldar la acción voluntaria.

A fin de establecer programas con metas realistas, el primer paso es establecer un sistema de monitoreo de residuos sólidos que evalúe periódicamente las cantidades de residuos, incluidos los que se reciclan y la calidad de los servicios. La mayoría de los países industrializados han establecido ya su sistema nacional de monitoreo.

Si bien en los países en desarrollo se reconoce claramente que las autoridades municipales locales son responsables de los servicios, la mayoría no tiene una autoridad nacional de residuos sólidos que establezca metas y políticas a nivel nacional y aunque la responsabilidad está dividida entre

varios organismos dedicados al control ambiental - salud pública, planificación, finanzas y residuos sólidos - la evaluación y monitoreo se diluye.

En algunos países se hacen evaluaciones puntuales pero no de manera sistemática. Las excepciones en América Latina son Chile, Cuba y más recientemente Uruguay, debiéndose que hacer un gran esfuerzo si los países desean cumplir con este objetivo en el año 2000.

Con respecto a la segunda meta referente a tener programas de minimización propiamente dichos, esto también se está cumpliendo de una u otra forma en los países industrializados y en Latinoamérica se están dando los primeros pasos.

Existen tres formas principales de acciones de minimización de la generación de residuos sólidos urbanos:

- La primera consiste en las acciones regulatorias que el Estado Nacional toma, es decir son leyes y decretos de carácter nacional, que obligan a los fabricantes de productos y sobre todo de empaques a considerar su ciclo de vida de tal forma que se minimicen su peso y volumen cuando pasen a ser desechos.
- El segundo tipo de acciones son las que toma la sociedad civil, principalmente a través de las asociaciones de consumidores que promueven el boicot de compra de productos que no minimizan la generación de residuos.
- El tercer tipo es el de la toma de conciencia por parte de las grandes empresas, principalmente las grandes corporaciones industriales, que forman fundaciones u ONG para promover la minimización y el reciclaje.

Como puede verse el primer tipo de acciones tienen carácter de política nacional siendo poco lo que puede hacerse en una ciudad. Estados Unidos, Canadá, Japón y la mayoría de los países de Europa occidental han fijado políticas, reglamentos y programas relacionados con la minimización de residuos. Estas políticas tienen que ver principalmente con la reducción del empaque, el fomento del intercambio de residuos a través de las Bolsas de Residuos Industriales (BRI) y con los aspectos legales relacionados con la participación de los ciudadanos y grupos comunitarios en el proceso de toma de decisiones. El proceso para establecer estos programas y reglamentos es difícil debido a la presión ejercida por los ciudadanos, grupos de consumidores e industria y comercio.

Con respecto a las actividades de la sociedad civil, también en esos países los grupos de consumidores están organizados y es común el boicot de productos considerados ambientalmente dañinos.

Como ejemplo del tercer tipo de acciones se pueden mencionar a ONG, como CEMPRE, SUSTENTA y otras que en América Latina promueven el reciclaje racional. Estos organismos están siendo promovidos por grupos de empresas como la Coca Cola, Bimbo, L'Oreal, Pepsi

Cola y Procter & Gamble.

Algunas actividades comunes relacionadas con la reducción de residuos consisten en:

- Colocar depósitos para envases
- Compostificar residuos de jardines en el hogar
- Establecer puntos de recolección de residuos de jardines
- Reducir la distribución de propaganda por correo (2% de la basura en EUA)
- Minimizar los residuos domésticos peligrosos
- Establecer reglamentos nacionales sobre empaques y embalajes

A continuación se procede a describir, a modo de ejemplo, un Programa Nacional de Minimización y Reciclaje en Alemania y se proporcionan algunos datos sobre la generación de residuos en el mundo y en América Latina.

El Programa DUAL de Alemania.

El decreto alemán sobre la Prevención de Residuos de Empaque entró en vigencia paulatinamente de 1991 a 1993. Su objetivo es priorizar la minimización de la generación de empaques, promover su reciclaje y evitar que vayan a disposición final. Los empaques deben ser fabricados y distribuidos de manera que:

- Su volumen y peso se limiten al mínimo necesario para garantizar la calidad del producto y la aceptación del consumidor.
- Sea posible su reuso y su reciclaje, y
- Los impactos ambientales del reciclaje o su disposición final sean lo más pequeños posible.

Con los anteriores requerimientos el decreto enfatiza la responsabilidad de los fabricantes y distribuidores de empaques sobre sus productos, los obliga a recogerlos sin costo alguno después de usados y a hacer los arreglos pertinentes para su reuso o reciclaje. El decreto clasifica los empaques en tres tipos; empaques de transporte, empaques secundarios y empaques para la venta. Los fabricantes son responsables de los dos primeros, directamente o través de terceros, y en el último caso pueden adherirse a los sistemas nacionales de recolección y reciclaje existentes en el país llamados sistema Dual o DSD. Las metas que pusieron en vigencia para 1998 eran de 50% de recuperación para el aluminio y los plásticos, 60% para el papel y cartón y 70% para el vidrio y la hojalata.

Los residuos de vidrio se transportan a instalaciones de preparación y clasificación y luego a las fábricas de vidrio. El cartón y el papel van también a plantas de clasificación donde se separan por tipos según la norma de calidad alemana. Los envases ligeros se transportan a cualquiera de las 360 plantas de clasificación existentes en el país donde se separan de acuerdo a las normas específicas del sistema Dual, para llevarlos posteriormente a plantas de reciclaje en las cuales se fabrican nuevos productos que los utilizan como materia prima reciclada o secundaria.

Para financiar el sistema Dual los fabricantes que utilizan empaques en sus productos deben pagar una cuota de autorización denominada "Punto Verde" que les confiere el derecho a participar en ese sistema, esta cuota toma en cuenta los costos reales del manejo de los residuos para los diferentes materiales de empaque, incluyendo los subsidios financieros para el reciclaje del plástico. El monto de la cuota de autorización se calcula mediante una combinación del peso y del volumen del empaque, o sea que es un ejemplo típico de un cargo ambiental. Por ejemplo los envases de plástico pagan \$2.95 Marcos alemanes por kg de peso, mas una cantidad fija según su volumen de acuerdo a tabla específica. Un vaso de yogurt de plástico con tapa de papel aluminio tiene una cuota compuesta por el peso del vaso y por su volumen, más otra por la tapita de papel aluminio.

Los objetivos de la cuota son: primero, hacer efectivo el principio "el que contamina paga", y segundo, fomentar en las empresas acciones para evitar la generación de residuos de empaque, reducir su uso y utilizar en lo posible materiales reciclados mediante incentivos fiscales, es decir *minimizar la generación por un lado y reciclar por otro.*

Las metas de reciclaje del programa para 1998 fueron alcanzadas y sobrepasadas haciendo de Alemania el país que más recicla. Actualmente se está reciclando un 30% de los residuos. En lo referente a envases las tasas de reciclaje son actualmente, para los diferentes materiales: 89% de los envases de vidrio, 93% de los de papel, 69% de hojalata, 84% de aluminio y 78% de envases de plásticos. Lamentablemente es difícil medir cuánta generación de envases se ha evitado, es decir es fácil medir el reciclaje pero muy difícil hacerlo con la minimización de la generación de residuos.

Otro aspecto importante de este programa alemán, que ha causado muchas controversias entre los fabricantes por hacerlos menos competitivos internacionalmente, es el alto costo que tiene. Se estima que el costo del programa alemán es de \$2,300 millones de dólares anuales (unos \$30 por persona por año). Esto implica que la familia promedio de 4 personas cuesta unos 10 dls por mes sólo por concepto de reciclaje, es decir que si consideramos una tarifa media de recolección y disposición final de 25 dls, el aumento sería de un 40%. Estos costos solo pueden aplicarse en los países con altos ingresos por cápita como Alemania. Con la consolidación de Unión Europea, es muy posible que la mayoría de los países europeos adopten políticas similares.

La generación de residuos en otros países

Considerando que la generación de basura por persona es el parámetro que se debe monitorear para ver si los programas de minimización funcionan, a continuación se presentan algunos valores de este parámetro en varios países del mundo. Los datos presentados sobre América Latina son el producto de la recopilación de datos por parte de la OPS y el BID en un documento donde se advierte que éstos han sido proporcionados por los municipios y extraídos otros de diversos documentos y que no se puede precisar si fueron obtenidos con la suficiente rigurosidad técnica.

La generación de RSU en países industrializados varía de 0,9 a 2,0 kg/cap/día (KCD); en países

semi-industrializados de 0,5 a 0,9; y en países de bajos ingresos de 0,4 a 0,6 (véase apéndice II). A continuación se muestran datos de generación de RSU en países en desarrollo.

Cuadro 1.1 Estimación de la generación de RSU en algunos países

Países	Generación (kg/hab/día)
India	0,40
Ecuador (93)	0,73
Bolivia (94)	0,56
Colombia (95)	0,74
Costa Rica (96)	0,66
Guatemala (92)	0,50
Uruguay (96)	0,75

Es necesario aclarar que con excepción de algunos países como Chile desde hace varios años y de Uruguay recientemente, los países latinoamericanos sólo tienen datos de algunas de sus ciudades y no a escala nacional de donde no se tienen más que estimaciones. Es importante destacar que en las ciudades se notan claras correlaciones entre el nivel socioeconómico de los estratos de población y el tamaño de la ciudad, con la generación per capita de RSU.

Cuadro 1.2 Generación de residuos sólidos municipales per cápita en áreas metropolitanas y ciudades con mas de 2 millones de habitantes.

CIUDAD	POBLACIÓN HABITANTES (000)	PRODUCCIÓN RSM (T/DIA)	GENERACIÓN PER CÁPITA (KG/HAB/DIA)
A.M.* SAO PAULO, BRASIL (96)	16.400	22.100	1,35
A.M. MÉXICO, D.F., MÉXICO (94)	15.600	18.700	1,20
A.M. BUENOS AIRES, ARGENTINA (96)	12.000	10.500	0,88
A.M. RÍO DE JANEIRO, BRASIL, (96)	9.900	9.900	1,00
A.M. LIMA, PERÚ (96)	7.500	4.200	0,56
BOGOTÁ, COLOMBIA (96)	5.600	4.200	0,74
SANTIAGO, CHILE (95)	5.300	4.600	0,87
BELO HORIZONTE, BRASIL (96)	3.900	3.200	0,83
CARACAS, VENEZUELA (95)	3.000	3.500	1,18
SALVADOR, BRASIL (96)+	2.800	2.800	1,00
A.M. MONTERREY, MÉXICO (96)	2.800	3.000	1,07
S. DOMINGO, R. DOMINICANA (94)	2.800	1.700	0,60
GUAYAQUIL, ECUADOR (96)	2.300	1.600	0,70
A.M. GUATEMALA, GUATEMALA (93)	2.200	1.200	0,54
CURITIBA, BRASIL (95)	2.100	1.300	1,07
LA HABANA, CUBA	2.000	1.400	0,70
TOTAL	96.800	93.900	0,97

*A.M. = ÁREA METROPOLITANA

FUENTE: "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Guido Acuro, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira, Francisco Zepeda; BID/OPS; 1997).

Cuadro 1.3 Generación de residuos sólidos municipales per cápita en ciudades con 500.000 a 2 millones de habitantes.

CIUDAD	POBLACIÓN HABITANTES (000)	PRODUCCIÓN RSM (T/DIA)	GENERACIÓN PER CÁPITA (KG/HAB/DIA)
CALI, COLOMBIA (96)	1.850	1.350	0,73
BRASILIA, BRASIL (96)	1.800	1.600	0,89
MEDELLÍN, COLOMBIA (87)	1.500	750	0,50
MONTEVIDEO, URUGUAY (95)	1.400	1.260	0,90
QUITO, ECUADOR (94)	1.300	900	0,70
SAN SALVADOR, EL SALVADOR (92)	1.300	700	0,54
A.M. ASUNCIÓN, PARAGUAY (96)	1.200	1.100	0,94
ROSARIO, ARGENTINA (96)	1.100	700	0,64
MANAGUA, NICARAGUA (88)	1.000	600	0,60
BARRANQUILLA, COLOMBIA (96)	1.000	900	0,90
SAN JOSÉ, COSTA RICA (95)	1.000	960	0,96
TEGUCIGALPA, HONDURAS (95)	1.000	650	0,65
PANAMÁ, PANAMÁ (95)	800	770	0,96
LA PAZ, BOLIVIA (96)	750	380	0,51
CARTAGENA, COLOMBIA (96)	600	560	0,93
PUERTO ESPAÑA, TRINIDAD Y TOBAGO (93)	500	600	1,2
TOTAL	16.300	12.180	0,74

FUENTE: "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Guido Acunio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira, Francisco Zepeda; BID/OPS; 1997).

Cuadro 1.4 Generación de residuos sólidos municipales per cápita en ciudades con menos de 500.000 habitantes.

CIUDAD	POBLACIÓN HABITANTES (000)	PRODUCCIÓN RSM (T/DIA)	GENERACIÓN PER CÁPITA (KG/HAB/DIA)
EL ALTO, BOLIVIA	450	200	0,44
APODACA, MEXICO	350	100	0,30
CHICLAYO, PERÚ	300	180	0,60
SANTA MARTA, COLOMBIA	210	230	1,10
ORURO, BOLIVIA	190	70	0,37
GODOY CRUZ, ARGENTINA	190	100	0,53
BUENAVENTURA, COLOMBIA	190	180	0,96
PALMIRA, COLOMBIA	190	120	0,63
SAN RAFAEL, ARGENTINA	180	90	0,50
SUCRE, BOLIVIA	140	60	0,43
CONCORDIA, ARGENTINA	120	40	0,33
ICA, PERÚ	110	60	0,75
TARIJA, BOLIVIA	90	30	1,00
RIVERA, URUGUAY	80	60	0,57
RIOHACHA, COLOMBIA	80	80	1,00
VENADO TUERTO, ARGENTINA	70	40	0,57
LINARES, MEXICO	70	30	0,43
TRINIDAD, BOLIVIA	60	30	0,50
TACUAREMBO, URUGUAY	50	20	0,40
MADRID, COLOMBIA	40	9	0,22
ARTIGAS, URUGUAY	30	36	1,20
GRANADERO BERGSON, ARGENTINA	21	15	0,70
ARACATACA, COLOMBIA	16	6	0,35
ZACAMIL, EL SALVADOR	15	8	0,50
TOTAL	3.242	1.789	0,55

FUENTE: "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Guido Acurio, Antonio Rosson, Paulo Fernando Teixeira, Francisco Zepeda; BID/OPS; 1997).

La información anterior sobre generación de RSU, que fue proporcionada por más de cincuenta ciudades importantes de ALC, permitió concluir que las ciudades más grandes (de dos o más millones de habitantes) produjeron en promedio 0,97 kg/hab/día; las ciudades de tamaño mediano (0,5 a 2 millones) generaron un promedio de 0,74; y las ciudades más pequeñas sólo 0,55 kg/hab/día.

Para dar una idea de la evolución de la generación con los años, a continuación se presenta un cuadro del Cantón Central de San José, Costa Rica, que es una de las pocas ciudades que mantiene una estadística de vital importancia desde hace muchos años. Nótese cómo la generación de basura disminuye cuando hay crisis económicas como la que hubo en la mayoría de los países latinoamericanos al principio de la década de los 80s. La tasa promedio de crecimiento de la generación en San José, de 1978 a 1999 fue de 1.73% anual.

Cuadro 1.5 Evolución de la generación de RSU en el Cantón central de San José, Costa Rica

AÑO	GRAMOS/DIA
1978	677
1979	717
1980	708
1981	671
1982	599
1983	581
1984	570
1985	581
1986	-
1987	797
1988	784
1989	827
1990	826
1991	839
1992	864
1993	882
1994	944
1995	944
1996	865
1997	874
1998	898
1999	987

Es interesante ver cómo también en Santiago de Chile varía la generación de acuerdo con el tiempo (cuadro 1.6) y cómo varía también con el estrato socioeconómico (cuadro 1.7). La tasa media de crecimiento de la generación per cápita en Santiago a lo largo de los 13 años de medición, fue de 2.4% anual.

Cuadro 1.6 Producción de RSU per cápita Región Metropolitana, Chile

Año	1985	1991	1993	1997
	0,64 Kg/hab-día	0,75 Kg/hab-día	0,80 Kg/hab-día	0,87 Kg/hab-día

Cuadro 1.7 Producción de RSU per cápita por estrato socio-económico, Santiago de Chile (año 1993)

ESTRATO	Producción de RSU per cápita
ALTO	1,13
MEDIO-ALTO	0,91
MEDIO-BAJO	0,72
BAJO	0,62

FUENTE: EMERES (Empresa Metropolitana de Residuos Sólidos, Santiago, Chile.)

En estricto rigor, es importante acotar que debido a motivos de carácter práctico en la medición, muchas de las cifras de los cuadros anteriores corresponden a tasas de disposición o a tasas de recolección, pero no a tasas de producción de RSU, las que en general no son iguales entre sí.

Se concluye que la mayoría de los países en desarrollo no tienen políticas, programas ni reglamentos relacionados con la minimización. En los pocos que tienen políticas, lamentablemente estas no están respaldadas por reglamentos ni existe la capacidad de hacerlos cumplir.

Area de acción 2. Maximización del reuso y el reciclaje ambientalmente adecuados de los residuos

Según la Agenda 21 se justifica esta área de acción por la falta de sitios de disposición en algunos países, en los cuales el control ambiental se ha tomado más estricto y a que la creciente cantidad de residuos persistentes ha contribuido al rápido crecimiento de los costos de disposición. A medida que cambia la economía de la disposición de residuos, su reciclaje y la recuperación de recursos se vuelven cada vez más efectivos en función de los costos. En este sentido, se asevera que la educación y la participación pública son esenciales, aunque esta justificación no es

necesariamente cierta para todos los países.

Los objetivos del programa en esta área son:

- Fortalecer e incrementar el reuso y reciclaje de residuos a nivel nacional.
- Proporcionar técnicas, información e instrumentos de política.

Las metas propuestas son para el año 2000:

- Promover la capacidad financiera y tecnológica a nivel regional, nacional y local, según convenga, para implementar políticas y acciones de reuso y reciclaje de residuos.
- Todos los países industrializados deben contar con un programa nacional que incluya las metas para el reuso y reciclaje eficiente de residuos. Para los países en desarrollo esta meta está propuesta para el año 2010

Para lograr estas metas la Agenda 21 propone que los gobiernos, las instituciones, las ONG, los grupos de consumidores y otras organizaciones deberán:

- Desarrollar la capacidad nacional para reusar y reciclar residuos.
- Revisar y reformar las políticas nacionales de residuos para crear incentivos.
- Implementar un plan nacional de manejo de residuos sólidos que priorice el reuso y reciclaje.
- Modificar las especificaciones de compra para evitar la discriminación de los materiales reciclados.
- Desarrollar programas de educación y concientización ciudadana

En 1992 la secretaria de la CNUMAD calculó que los costos de este componente podrían representar 1% de los presupuestos destinados al manejo de residuos sólidos y que los gobiernos deberían revisar estos cálculos haciendo los ajustes adecuados a nivel nacional y local. Esta estimación de costos realizada a principios de los 90s, ha resultado muy baja frente a la realidad actual.

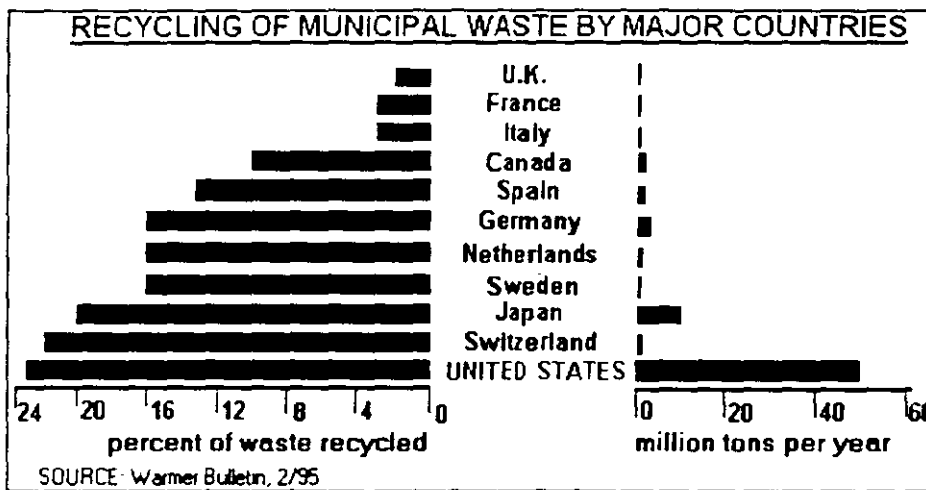
Situación del reciclaje en los países industrializados.

La mayoría de los países industrializados ha creado esta capacidad y ha establecido políticas y programas. También tienen sistemas apropiados de monitoreo y evaluación que permiten evaluar el cumplimiento de las metas. Aquellos que cuentan con programas bien establecidos han logrado reciclar entre 25% y 30% de los RSU. El programa de Alemania ya fue descrito anteriormente. El programa de los EUA para promover la recuperación de reciclables y disminuir la generación está basado en un decreto denominado "The Recycling and Recovery Act" que obliga a los Estados de la Unión a presentar al Gobierno Federal planes y programas estatales de manejo integral de residuos sólidos municipales, en los que se incluya los programas de reciclaje y compost (principalmente con los residuos de jardinería). A su vez los Estados

exigen a las ciudades que presenten sus programas correspondientes. Muchas ciudades de EUA han llegado a cifras de reciclaje hasta de un 40%, aprovechando los incentivos Federales y Estatales existentes.

A continuación se muestran las tasas de reciclaje en algunos países industrializados. Se debe aclarar que la EPA de EUA, recopiló los datos de la figura 1.1, en 1995 y algunos, como el caso de Alemania, pueden haber variado

Fig 1.1 Tasa nacionales de reciclaje en países industrializados



Fuente: WEB de USEPA (www.epa.gov/factbook), del original en inglés.

Los principales parámetros que influyen en el reciclaje son; la generación per cápita, la composición de los residuos y la humedad. En los EUA, con una generación por cápita de 2 kg/día y una humedad de 25%, la composición de la basura es la siguiente:

Cuadro 1.8 Composición de la Basura de los EUA

Material	%
Papel	39.2
Jardinería	14.3
Plásticos	9.6
Metales	7.6
Madera	7.1
Alimentos	6.2
Vidrio	6.2
Otros	6.3

Fuente: Factbook de EPA

Lamentablemente, las expectativas de esta área del Programa 21 que señalaba "... *A medida que cambia la economía de los servicios de disposición de residuos, el reciclaje y la recuperación de residuos se vuelven cada vez más efectivos en función de los costos*", no han resultado del todo ciertas. Los altos costos del reciclaje han creado controversias sobre los beneficios inmediatos de este proceso. Un artículo de 1996 en el New York Times, "*Recycling is Garbage*" indicaba que los mitos tales como "no hay espacio para rellenos", "estamos siendo enterrados por la basura", "somos una sociedad inclinada al desperdicio" y otros, estaban siendo desafiados por la realidad de los últimos años. Así, por ejemplo en los EUA, señalaba el autor, se ha incrementado la disponibilidad de espacio para rellenos, los rellenos se han vuelto más seguros para el ambiente y la salud, ha disminuido el síndrome de NYMBY y la disponibilidad de madera y algunos recursos no renovables como los bosques, han aumentado constantemente durante los últimos años. En resumen, el artículo manifestaba que ya no hay una crisis de la basura y que ha llegado el momento de detenerse y revisar las políticas y metas.

Si bien no hay información fácilmente disponible, se calcula que el aumento de costos del MRU debido a programas integrales de reciclaje en países desarrollados ha sido de 10 al 20% en los EUA y de un 30 al 40% en Alemania.

Situación del reciclaje en América Latina y el Caribe

Se calcula que entre 100.000 y 300.000 personas participan en el reciclaje informal en América Latina y el Caribe. Este reciclaje se realiza por segregadores informales (cirujas, pepenedores, buzos, catadores, etc) en las rutas de recolección donde abren las bolsas o en los basureros o rellenos semi controlados. Este tipo de reciclaje de la basura se realiza en la mayoría de países y la tasa de reciclaje es de 3 a 10% en las grandes ciudades. Un estudio reciente en siete ciudades mexicanas de tamaño medio y pequeño, concluyó que menos de 2% estaba siendo reciclado de esta forma. En muchas ciudades donde se han introducido prácticas modernas y ambientalmente adecuadas de manejo de residuos, se ha prohibido este tipo de reciclaje de la basura por sus graves consecuencias ambientales y para la salud de las personas que se dedican a esta actividad. En otras se han realizado programas para el mejoramiento de las condiciones de trabajo mediante el establecimiento de plantas de reciclaje y cómpost y programas para realizar la recolección selectiva o de separación en la fuente.

La separación en la fuente se ha practicado durante décadas en las oficinas, fábricas, universidades, restaurantes y otros grandes generadores. En la mayoría de países existen empresarios informales privados. Los materiales separados son principalmente cartón, papel, vidrio, aluminio, acero y algunos envases plásticos, que se venden a las fábricas que los usan como materia prima. Se estima que este tipo de reciclaje es mayor que el que se obtiene de la basura domiciliaria, pero lamentablemente no se tienen datos confiables al respecto.

Los principales problemas de los residuos de los países en desarrollo, cuando se comparan con los residuos de los países desarrollados son que la generación por capita es menor, su contenido de reciclables es bajo y la humedad es muy alta. Las generaciones típicas varían entre 0.5 y 1.0 kg/día por persona, el contenido de papel y cartón, que constituyen la principal fuente de ingresos, es casi la mitad de la de los países industrializados, y la humedad varía de 40 al 50% es

decir que la mitad de la basura es agua.

El cuadro siguiente consigna la composición de la basura en algunos países. Es importante recordar que la generación por persona es de 0,5 a 1.0 kg/día y que la humedad varía del 40 al 50%:

Cuadro 1.9 Cuadro comparativo de componentes de basuras típicas de países en desarrollo (% en peso base húmeda)

PAÍS	CARTÓN Y PAPEL	METAL	VIDRIO	TEXTIL	PLÁSTICOS	ORGÁNICOS	OTROS E INERTES
BRASIL (96)	25.0	4.0	3.0	-	3.0	-	65.0 ⁽¹⁾
MÉXICO	20.0	3.2	8.2	4.2	6.1	43.0	27.1
COSTA RICA	19.0	-	2.0	-	11.0	58.0	10.0
EL SALVADOR	18.0	0.8	0.8	4.2	6.1	43.0	27.1
PERÚ	10.0	2.1	1.3	1.4	3.2	50.0	32.0
CHILE (92)	18.8	2.3	1.6	4.3	10.3	49.3	13.4
GUATEMALA (91)	13.9	1.8	3.2	3.6	8.1	63.3	6.1
COLOMBIA (96)	18.3	1.6	4.6	3.8	14.2	52.3	5.2
URUGUAY (96)	8.0	7.0	4.0	-	13.0	56.0	12.0
BOLIVIA (94)	6.2	2.3	3.5	3.4	4.3	59.5	20.8
ECUADOR (94)	10.5	1.6	2.2	-	4.5	71.4	9.8
PARAGUAY (95)	10.2	1.3	3.5	1.2	4.2	56.6	23.0
ARGENTINA (96)	20.3	3.9	8.1	5.5	8.2	53.2	0.8
TRINIDAD y TOBAGO	20.0	10.0	10.0	7.0	20.0	27.0	6.0

(1) Incluye residuos textiles y orgánicos

FUENTES: OPS. El manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Serie Ambiental NE 15. 1995.

OPS. Estudios sectoriales de residuos sólidos. 1996

Ministerio de Salud, Chile. 1995.

Fundación Natura. Manejo de los desechos sólidos en el Ecuador. 1994.

OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU. 1996.

OPS; BID. Informes de expertos locales para el presente diagnóstico. 1996

Es importante notar que en una misma ciudad, el contenido de la basura, o sea su calidad, varía con el estrato socioeconómico como se puede ver en los cuadros siguientes de dos ciudades chilenas:

Cuadro 1.10 Composición media de los residuos sólidos de la ciudad latinoamericana de Viña del Mar por estrato socioeconómico.

Estrato	Composición de la basura en %										
	M.O. *	Goma y Cuero s	Papel	Cartón	Plástico	Textil	Madera	Metales	Otro	Vidrio	Tierra y Cenizas
Bajo	69.76	0.2	9.40	3.27	5.55	2.81	0.52	1.00	2.21	1.39	4.09
Medio	62.80	0.8	10.40	3.05	6.81	1.64	1.36	2.14	6.78	2.54	2.47
Alto	54.93	0.5	18.20	5.55	6.81	2.01	0.52	1.85	3.89	3.82	0.49

M.O. Materia Orgánica

FUENTE: Universidad Católica de Valparaíso, Chile 1997.

Cuadro 1.11 Composición media de los residuos sólidos de la ciudad latinoamericana de Valparaíso por estrato socioeconómico.

Estrato	Composición de la basura en %										
	M.O. *	Goma s y Cuero s	Papel	Cartón	Plástico	Textil	Madera	Metálico	Otro	Vidrio	Tierra y Ceniza
Bajo	67.7	0	7.64	2.08	5.11	5.16	0.16	1.16	2.70	1.43	6.85
Medio	62.6 5	0.3	11.07	2.19	5.20	1.58	2.96	1.97	3.09	2.65	6.63
Alto	52.1 2	0.9	9.95	4.96	7.85	2.06	2.21	2.47	12.8	1.57	3.97

M.O. Materia Orgánica

FUENTE: Universidad Católica de Valparaíso, Chile 1997.

La separación en la vivienda no es una práctica extendida en ALC, principalmente debido a los altos costos de recolección y tratamiento de reciclables (de \$ 70 a US\$ 500 por tonelada) y por su bajo valor en el mercado (US\$ 50 a US\$ 70 por tonelada). La reducida generación per cápita, el bajo contenido de reciclables y la humedad de los residuos en estos países también contribuye a estos bajos porcentajes de recuperación de materiales. Por ejemplo, una vivienda en los Estados Unidos produce 15 a 20 kg de papel en una semana, mientras que una vivienda en el Perú produce 2 a 3 kg de papel por semana y con una mayor humedad (menor precio). Por lo tanto, la separación en la vivienda está limitada a las áreas de mayores ingresos de algunas ciudades grandes.

Análisis de algunas experiencias

Caso México. Las grandes plantas de reciclaje o de reciclaje-cómpost han operado principalmente en casi todos los países pero principalmente en México y Brasil. En América Latina operaban alrededor de 40 plantas, de las cuales la mayoría de ellas han cerrado frente a la imposibilidad de recibir los subsidios necesarios por parte de los gobiernos municipales. En México se han instalado tres plantas de reciclaje sin cómpost (los costos por la fabricación eran muy altos y el cómpost no tenía mercado), con una capacidad conjunta de 5.500 ton. por día de basura, para solucionar el problema social de cerca de 1.050 segregadores que antes trabajaban en los rellenos semi-controlados, antes de convertirse en sanitarios. Se estima que los costos de inversión, operación y mantenimiento por tonelada son de unos de \$6 a \$8 por tonelada de

basura que pasa por la planta, los cuales son subsidiados por el gobierno de la ciudad. La mano de obra es la de los propios pepenadores o cirujas cuyas organizaciones gremiales se quedan con el total de los ingresos por venta de lo recuperado y pagan a sus agremiados los salarios e incentivos. La tasa media de recuperación, según un estudio reciente, resultó ser de 5.3%. Lo que queda, es decir el 94.7% de la basura que pasa por las plantas se lleva a los rellenos sanitarios de la ciudad. El resto de las plantas latinoamericanas tienen tasas de recuperación que varían de 3 al 6% de reciclables. Cuando se fabrica cómpost en estas plantas la separación de la basura puede llegar a un 50 a 70% al retirar la materia orgánica.

Caso Brasil. Vale la pena mencionar algunos proyectos modernos de manejo integral que se han desarrollado en la última década, sobre todo en algunas ciudades grandes de Brasil como Belo Horizonte, Porto Alegre y otras. Estos programas tienen un fuerte componente social. Organizan a los segregadores callejeros y de la disposición final en cooperativas a las que el gobierno de la ciudad les proporciona varios locales que actúan como centros de acopio para la concentración, limpieza y empaquetado de los reciclables. Los residuos se colectan con carretones de mano en las casas y otros centros, mediante rutas preestablecidas, donde la municipalidad ha promovido la recolección selectiva en la ruta. Así los residuos normales son recolectados por el camión mientras que los reciclables que se han separado en las casas por los residentes, son recolectados por los carretoneros y llevados al centro de acopio. Los locales de los centros de acopio también se usan para actividades sociales y de capacitación para los miembros de la cooperativa, que debe ser autosuficiente. Estos proyectos municipales tienen además algunos complementos como una pequeña planta de cómpost para uso municipal principalmente, y si es necesario, una planta para la recuperación de materiales de los desechos de construcción y demolición.

En los cuadros siguientes se presentan algunos datos de este tipo de proyectos.

Cuadro 1.12 Tasas de recuperación de reciclables por programas de recolección selectiva en el Brasil

<i>Municipio</i>	<i>Tasa Recup %</i>
San Sebastián	13.8
Diadema	10.0
Angra dos Reis	3.6
Rio de Janeiro	3.0
Santos	3.0
Campinas	2.4
Belo Horizonte	2.0
Ribeirão Preto	2.0
San José dos Campos	2.0
Embu	1.5
Guarulhos	0.2

Fuente: *Coleta Selectiva, 1998, E. Gramberg y P. Blauth*

Cuadro 1.13 Relaciones de costos de recolección selectiva y recolección convencional en Brasil

Municipio (o barrio)	% presupuesto dedicado a rec. selectiva	Costo por ton de la recolección selectiva (US dls)	Costo por ton de recolección convencional (US dls)
Angra dos Reis	0.9	410	63
Belo Horizonte	0.08	227	39
Conjunto Nacional	0.04	318	133
Campinas	-	223	63
Diadema	0.05	227	-
Embu	0.2	91	42
Porto alegre	0.18	70	-
Riviera S. Lorenzo	-	410	154
Santos	3.5	117	-
S Francisco (barrio)	-	142	34
Sao Sebatião	0.76	295	57
Media		230	80

Fuente: *Coleta Selectiva, 1998. E. Grimberg y P. Blauth, (public de POLIS y UNICEF-Brasil)*

Debe notarse que las bajas tasas de recuperación de reciclables en la recolección selectivas se deberían a que no se hace la recolección selectiva en toda la ciudad, sino sólo en los barrios que tienen mejor calidad de la basura. Recoger selectivamente en estratos mas pobres de la población es interesante desde el punto de vista social y participativo, pero caro en lo económico.

Claramente en el caso de Brasil la recolección selectiva generalmente requiere de subsidios, los que se estiman:

$$\text{Subsidio} = \text{Costo Selectiva} - \text{Costo convencional} - \text{Venta reciclables}$$

A partir de los datos que se han mencionado y del cuadro 1.9, y suponemos que el valor de una tonelada de reciclables es de \$60, es posible calcular el subsidio que se aplica:

$$\text{Subsidio} = 230 - 80 - 60 = 90 \text{ US\$ por tonelada recolectada de reciclables.}$$

Este subsidio puede ser mayor o menor dependiendo de la eficiencia del servicio, la educación

sanitaria y el grado de participación de la comunidad.

Otro aspecto importante de la recolección selectiva y las plantas de reciclaje y cómpost y estaciones de acopio, es la forma de gestión.

Una opción de gestión se hace mediante la formación de cooperativas o microempresas, generalmente el subsidio se limita a proporcionarles edificios, campañas de promoción y supervisión, alguna maquinaria de compactación y asistencia técnica y social. En este caso, aunque el proyecto no sea rentable económicamente puede tener una muy importante justificación social sin ser muy oneroso para las arcas municipales.

Otra forma de gestión está dada cuando el gobierno municipal decide en cambio, tomar a su cargo a los segregadores con un sueldo como empleados municipales, el subsidio será mucho mayor.

Casos Colombia y Perú. Uno de los primeros casos exitosos de reciclaje fue el de la ciudad de Medellín en la década de los 80s en que se formó la precooperativa RECICLAR. Cuando las autoridades municipales decidieron cerrar el basurero a cielo abierto de Moravia donde disponían su basura para construir un relleno sanitario en Curva de Rodas y promovieron, con el apoyo de la Cámara de Industriales, la organización de una cooperativa con los antiguos segregadores. Las industrias permitirían que miembros de la cooperativa estuvieran seleccionando reciclables en los sitios de almacenamiento de desechos de sus fábricas. Pronto los miembros de la cooperativa comenzaron a ofrecer sus servicios para hacer las tareas de limpieza de esas fábricas, servicio que, después extendieron a otras empresas. La cooperativa se mantiene en la actualidad después de 15 años de existencia y aunque el sector de reciclaje tiene ligeras pérdidas económicas, estas tiene un subsidio cruzado interno con las actividades de limpieza.

Tomando el ejemplo de esa cooperativa, comenzaron a surgir otras en todo el país, sobre todo en las poblaciones pequeñas cercanas a los mercados de reciclables. Por ejemplo en la localidad de San Vicente con 4.000 habitantes y a unas dos horas de Medellín se organizó la cooperativa CONVERTIR con unos 14 asociados que contrató con la municipalidad todos los servicios de recolección selectiva, barrido de calles, relleno sanitario manual, proceso de vermicompostaje y reciclaje. La cooperativa tiene un contrato anual de unos US\$ 34.000 con la municipalidad y como meta llegar a vender el cómpost que producen, los reciclables que separan, para tener unos ingresos adicionales de unos US\$ 5.000 al año. La localidad produce 13 ton de basura a la semana, que se recogen dos veces a la semana en un camión abierto alquilado el cual lleva tambores de 200 litros, donde se colocan separadamente los reciclables (2 ton/semana), los residuos de alimentos y jardín (1.2 ton/semana), mientras la basura convencional restante (unas 8 ton) se coloca en la caja del camión. Los reciclables son llevados a un centro de acopio y la basura y la materia orgánica son llevados al relleno sanitario manual. En el relleno la basura común se entierra al día siguiente con la técnica del relleno sanitario manual y la materia orgánica se seca extendiéndola en el piso, para colocarla después en unas cajas de plástico similares a las usadas para el acarreo de cervezas y sodas, es decir con un fondo con huecos. Las cajas con la materia orgánica fresca se colocan sobre otras cajas, para que las lombrices terminen de estabilizar la materia orgánica (es decir ya la convirtieron en cómpost) y ellas solas emigran a la caja superior cuando ya no tiene alimento en la inferior. Al cabo de unas semanas el proceso se repite. Las cajas inferiores que abandonaron las lombrices se retiran para secar el cómpost, limpiarlo y embolsarlo. Para el municipio el proceso es muy ventajoso porque no se preocupa

mas que por el pago de lo contratado y por una supervisión periódica. Los costos por tonelada recolectada ascienden a US\$ 50 por tonelada, lo cual puede considerarse alto para una comunidad tan pequeña.

En el caso peruano la estrategia es similar, pero la organización no es por cooperativas sino por "microempresas". Estas se forman con miembros de la comunidad o por antiguos segregadores que ofrecen sus servicios al municipio para la recolección de residuos en ciertas zonas de la ciudad, donde los servicios no existen o son deficientes. La recolección se hace con carretas o con triciclos. Se ha intentado hacer recolección selectiva pero como estos contratos son casi siempre en zonas económicamente deprimidas la basura es bastante pobre.

Caso Argentina. En Argentina también han surgido una serie de proyectos para pequeñas comunidades (de unos 4.000 a 10.000 habitantes) principalmente en las provincias de Santa Fé y Córdoba. Los proyectos tienen un fuerte ingrediente social y de participación comunitaria, principalmente de niños y jóvenes, a través de los llamados ECOCLUBES. Estos proyectos han tenido tal éxito que se están convirtiendo en un movimiento internacional, existiendo ya proyectos similares en muchos otros países.

El movimiento de los ECOCLUBES se inicia en 1992, y se articula con distintos actores de la comunidad, especialmente las municipalidades, con el objetivo de sensibilizar a la población sobre distintos problemas ambientales. De los temas que abordan los jóvenes organizados en ECOCLUBES, el que mayor repercusión ha tenido es el de la separación en origen de los residuos. Cada grupo está constituido básicamente por niños (a los 10 años ingresan a la categoría de infantiles) y jóvenes (a los 14 años ingresan a la categoría de juveniles), pero las estructuras están abiertas a toda persona de buena voluntad que desee incorporarse y respetar sus estatutos. Quienes tienen más de 18 años pertenecen a la categoría Seniors.

En Argentina se encuentran organizadas 88 Juntas Locales (noviembre de 1.999), donde militan alrededor de 2.800 jóvenes. Además existen 13 Juntas Locales en otros países de la Región (Costa Rica 8, Panamá 2, Chile 1, Brasil 1 y Uruguay 1), donde participan otros 600 jóvenes.

El primero de los aspectos sobre el cual se trabaja es la educación, es decir que para solucionar el problema de la basura se debe invertir para lograr un cambio de conducta de la gente hacia sus residuos. El segundo de los aspectos que plantea el Plan es la reorganización de los recursos que posee el municipio, tanto materiales como humanos. La implementación del nuevo sistema exige la firme decisión política de las autoridades locales, que debe manifestarse en la asignación de los recursos necesarios, tanto para la reestructuración de la recolección de residuos, como para la construcción de la Planta de Cómpost y la capacitación del personal jerárquico, de los recolectores y del que tiene a su cargo el tratamiento de los residuos seleccionados.

El tercer tema que se contempla por parte de los ECOCLUBES, es el de la elaboración de reglamentaciones específicas que permitan a las autoridades actuar con el respaldo necesario frente a actitudes negativas de los usuarios del sistema. Finalmente, no debe dejarse de lado la problemática social que siempre está presente en el tema de los residuos, donde se desarrolla

una enorme economía informal y de subsistencia, que debe atenderse especialmente cuando se planifican las acciones a desarrollar.

El programa de selección en origen de residuos se inicia con la convocatoria a los alumnos y docentes de las escuelas medias de la localidad, para organizar el Ecoclub y la Campaña de sensibilización a la población mediante radio, cable, periódico, pasacalles, pósters, encuestas, obras de teatro, etc. Luego empadronan a las Familias Adherentes que voluntariamente deciden separar sus residuos, en Areas Piloto definidas.

Las familias que deciden sumarse voluntariamente a la recolección selectiva de sus residuos, reciben un recipiente de plástico (recipiente ecológico), en el que depositan diariamente los residuos orgánicos. El personal municipal recolecta estos residuos 3 veces por semana, utilizando vehículos especialmente destinados para este servicio. Los residuos mezclados de los vecinos que no se suman a la separación, junto con los residuos inorgánicos de los vecinos que sí participan, se retiran los días en que no se realiza la recolección de los orgánicos. De esta manera se beneficia a las familias adherentes porque se les brinda un servicio diario de recolección, mientras que las familias no participantes sólo pueden utilizar el servicio de recolección los días alternativos.

La recolección selectiva exige una reorganización de los recorridos que realizaba el personal municipal para retirar los residuos, lo que suele provocar un aumento de la cantidad de personal afectado y de las horas hombre y vehículos utilizados.

Los materiales biodegradables recolectados selectivamente se trasladan a la Planta de Tratamiento, se disponen en pilas de alrededor de 5.000 Kg. sobre plataformas de compostaje y se cubren con paja seca. Inmediatamente son atacados por gran cantidad de microorganismos que los degradan, produciendo este proceso un aumento de la temperatura (60 - 70°C) lo que ocasiona la muerte de los posibles patógenos presentes. Al finalizar el compostaje se inicia la etapa de maduración del abono utilizando lombrices, del grupo de la roja californiana, durante 2 meses aproximadamente. Al finalizar este tiempo, el cómpost esta listo para ser utilizado como abono.

De acuerdo a la respuesta de la población y a medida que el equipo de recolectores se familiariza con un área, se van agregando nuevas zonas a la recolección selectiva de orgánicos. Una vez instrumentada la recolección selectiva de residuos orgánicos en toda la localidad, se inicia una nueva Campaña de Sensibilización, y comienza la recolección selectiva de algunas de las fracciones de residuos inorgánicos. En esta etapa la comunidad suele responder más rápidamente. Las fracciones recolectadas se llevan a la Planta de Tratamiento y se acumulan en boxes construidos en la zona denominada Centro de Acopio. Cuando el volumen lo hace oportuno, se venden a las industrias recicladoras que los demandan. En noviembre de 1999 se estaban construyendo Plantas de Tratamiento de residuos orgánicos en municipios de las Provincias de Santa Fe (5), Córdoba (2), Entre Ríos (4) y Buenos Aires (2), los que iniciarán la recolección selectiva en los primeros meses del año 2.000.

En el siguiente cuadro se observa la evolución en el número de municipios que realizan la

recolección selectiva de sus residuos orgánicos urbanos. A partir de 1997 se inició la recolección de papeles y cartones.

Cuadro 1.14 Cuadro resumen de los logros del movimiento de ECOCLUBES en Argentina

Año papel	No. de municipios	Familias adherentes	Ton de orgánicos recolectados	Ton de y cartón
1992	3	400	-	-
1993	5	800	80	-
1994	10	1.800	290	-
1995	16	3.000	800	-
1996	29	14.000	1.900	-
1997	42	24.900	4.800	-
1998	48	34.200	6.420	120
1999	54	40.000	7.440	240

La equivocación media de las familias adherentes al entregar sus residuos seleccionados no supera el 1,5 % de su peso (la media es de 0,5 %). Este bajo porcentaje, que implica un alto grado de sensibilización, permite realizar un tratamiento de la fracción orgánica sin necesidad de una posterior selección de impurezas, y además permite obtener un compost de excelente calidad, no contaminado con inertes ni metales pesados.

Tasas de reciclaje en algunos países

A continuación se muestra la recuperación de materiales, principalmente vidrio y papel. Estas tasas incluyen todos los tipos de reciclaje, es decir los que se hacen en los grandes centros de generación antes de que el residuo se mezcle en la basura y los que se obtiene mediante la segregación en la calle y en los basureros o rellenos semi controlados.

Cuadro 1.15 Tasas de reciclaje de materiales en algunos países de ALC (%)

País	Vidrio	Papel	Plástico	Aluminio
Brasil				
Colombia	60%	49%	-	
Chile	-	33%	7%	
México	60%	-	-	
Trinidad	20%	5%	-	
Venezuela	20%	55%	-	78%

Nota: Algunos resultados son porcentajes relacionados con el contenido total del material en los residuos y otros se expresan como el porcentaje de reciclables si la industria los usara como materia prima.

En los cuadros siguientes se proporcionan datos de algunos países industrializados y de algunas ciudades latinoamericanas sobre los diferentes destinos que se le dan a los residuos sólidos urbanos. No se incluyen en ella los residuos de hospitales que generalmente son incinerados:

Cuadro 1.16 Tratamiento, reciclaje y disposición final en algunos países industrializados (1995)

País	Relleno sanitario	Reciclaje	Compost	Incineración
E U A	57	24	3	16
Japón	15	20	3	62
Alemania	42	20	2	36
Francia	45	3	1	41
Suecia	42	20	3	45
Suiza	10	23	7	60
Canada	82	10	0	8
Inglaterra	90	2	0	8
Italia	75	3	7	15
España	68	13	15	4
Italia	45	20	5	35

Cuadro 1.17 Tratamiento, reciclaje y disposición en algunas ciudades latinoamericanas

Ciudad	% de relleno	% de reciclaje	% de compostaje	% de incineración
São Paulo	94	0,4	4,5	1,1
Río de Janeiro	81	4,0	15,0	0
Brasilia	73	3,0	13,0	1,0
México DF	92	7,0	0	0
Montevideo	84	15,0	0	0
Santiago	100	0,0	0	0
Cali	89	4,0	7%	-

Cuadro 1.18 Costos de recolecciones convencional y selectiva en algunas ciudades en LAC

Localidad/ciudad	Recicla	Costo	Costo rec.	Tipo de	Valor ton	Comentarios
------------------	---------	-------	------------	---------	-----------	-------------

ad (año)	je ⁽¹⁾ (%)	rec por ton	t recic. ⁽²⁾	reciclaje	Reciclables (4)	
São Paulo (94)	0,4	26	460	dom. separada	50	programa piloto
Buenos Aires (94)	-	24	200-500	conten. de acopio	55	programa piloto
Cali (94)	4	25	70	dom. separada	50	programa piloto
Lima (96)	7,0			informal		
Santiago (96)	4,0			separada		
México (7 ciudades)	0,5	-	-	informal	90	interior del país
Ciudad Juárez (84)	2,4	-	-	-	-	-
Bello Horizonte (94)	5,0	-	200	dom. separada	-	-

(1) Residuos recuperados en relación a los residuos generados (%)

(2) Costo de recolección por tonelada de RSM normales en US\$

(3) Costo de recuperación por tonelada reciclable en US\$

(4) Valor de la tonelada reciclable en US\$

Fuente: Serie Ambiental N°15

En resumen se puede concluir que el reciclaje en los países en desarrollo, aunque costoso y sin ser una panacea, es una arma muy poderosa para involucrar a la comunidad en los problemas de residuos sólidos de su localidad y que debe usarse como un importante complemento sociocultural para lograr coberturas apropiadas de recolección y disposición final, y no como un proceso separado e independiente del servicio de RSU.

Area de acción 3. Promoción del tratamiento y disposición ambientalmente adecuado de los residuos

La Agenda 21 justifica esta acción diciendo que aún cuando se minimicen y se reciclen los residuos siempre quedarán desechos que tienen un impacto residual en el ambiente receptor. Se

dice que a nivel mundial, en los países en desarrollo menos de 10% de los residuos reciben algún tipo de tratamiento y sólo una pequeña proporción del tratamiento cumple estándares aceptables de calidad.

El objetivo en este área es tratar y disponer con seguridad una proporción cada vez mayor de residuos, mientras que los gobiernos, según su capacidad y recursos disponibles deben tratar de fijarse las siguientes metas:

- Para el año 2000, establecer criterios, objetivos y estándares para el tratamiento y disposición de residuos según la naturaleza y capacidad de asimilación del ambiente receptor.
- Para el año 2000, establecer la capacidad para emprender el monitoreo del impacto de la contaminación relacionado con los residuos y realizar una vigilancia regular, incluida la vigilancia epidemiológica, si fuera apropiado.
- Para el año 1995 los países industrializados y para el 2005 los países en desarrollo deben asegurar que al menos 50% de todas las aguas residuales y residuos sólidos se traten o dispongan de acuerdo a lineamientos nacionales e internacionales sobre calidad de la salud y el ambiente.
- Para el año 2025, disponer todás las aguas residuales y residuos sólidos de acuerdo con lineamientos de calidad nacionales o internacionales.

Y que para lograr esto, los gobiernos, instituciones y ONG junto con la industria deben:

- Desarrollar y fortalecer la capacidad nacional para tratar y disponer con seguridad los residuos.
- Revisar y reformar las políticas nacionales.
- Buscar la solución al tratamiento y disposición de residuos dentro de sus territorios y lo más cercano posible al punto de origen. Si fuera necesario, los movimientos transfronterizos se realizarán de acuerdo a las convenciones internacionales pertinentes.

La mayoría de países industrializados ha establecido criterios y estándares de calidad para el tratamiento y disposición de residuos, principalmente en el área de compostaje, incineración y relleno. La Unión Europea también tiene criterios para estos fines. En América Latina y el Caribe la reglamentación relacionada con la disposición está en diferentes etapas de implementación según se puede ver a continuación.

Cuadro 1.19 Marcos legales sobre residuos sólidos en algunos países (1995)

Instrumento legal de RSU	Países con legislación	Países que preparan la legislación
Ley nacional o federal	BRA, COL, HON, PER, CHI,	HAI, PAR, URU, COR

	VEN	
Reglamentos y estándares	BOL, HON, PER, MEX, PAR, BRA, COR, PER	HAI, URU, ECU
Reglamentos para residuos hospitalarios	COL, MEX, PAR, URU, HON, PER, BRA, COR, CUB, ARG, VEN	BOL, GUT, ECU

Con respecto a la capacidad de monitorear, los países industrializados ya tienen sistemas apropiados de vigilancia y monitoreo de la disposición de residuos. En cambio la mayoría de países en desarrollo no tiene esta capacidad. Se está haciendo un esfuerzo regional en ALC mediante un estudio reciente emprendido por la OPS y el BID, y un proyecto reciente de la OPS llamado SIMRU (Sistema de Monitoreo de Residuos Sólidos Urbanos).

Con referencia a la meta propuesta por la Agenda 21, de que para 1995 se tenga cuando menos una cobertura de 50% en tratamiento y disposición final adecuados, los países industrializados la cumplieron y muchos la sobrepasaron. Con respecto a los países en desarrollo en Latino América, seis países reportaron haber alcanzado ya la meta fijada para el 2005 de tener, a nivel nacional, una cobertura de disposición adecuada de cuando menos un 50%. La mayoría de las grandes ciudades de la región también ha alcanzado los estándares mínimos de calidad en residuos sólidos. El BID y la OPS informan que cerca de 1/3 de los residuos de las grandes ciudades tiene una disposición adecuada en rellenos, cerca de 1/3 tienen una disposición medianamente aceptable y el resto se dispone en basureros a cielo abierto. Con sólo unas pocas excepciones como Chile, en general las pequeñas ciudades no tienen un sistema de disposición aceptable.

Cuadro 1.20 Coberturas nacionales de aseo urbano en algunos países

Pais	Población (millones)	Recolección ⁽¹⁾	Relleno sanitario ⁽²⁾ o controlado (u otro método)
------	----------------------	----------------------------	---

	Total	Urb.		
Chile (94)	13,8	11,8	99%	83%
Brasil (96)	155	120	71%	28%
Cuba (91)	10,9	8,3	95%	90%
Costa Rica (96)	3,7	1,8	66%	68%
Trinidad (93)	1,3	0,8	95%	70%
Bolivia (96)	7,4	4,5	68%	50%
Haití (96)	7,2	4,9	30%	20%
Honduras (96)	5,7	2,5	20%	0%
Paraguay (96)	5,0	2,6	35%	5%
Perú (96)	23,5	17,2	84%	5%
Uruguay (96)	3,2	2,9	71%	0%
Antigua (95)	0,07	0,03	85%	-
Dominica(95)	0,07	0,03	50%	-
Granada (95)	0,09	0,06	50%	-
Venezuela (95)	21,8	20,3	75%	85%
Perú (95)	23,5	17,2	60%	0%
México (96)	91,1	70,5	70%	17%-

Notas: ⁽¹⁾ Cobertura de recolección calculada sobre la población urbana.

⁽²⁾ Cobertura de relleno calculada sobre la cantidad recolectada.

Fuente: Serie Ambiental N° 15 - OPS, 1995.

Informes de expertos para el diagnóstico OPS/BID, 1996.

Con respecto a los datos del cuadro es pertinente aclarar que la situación en algunos países puede haber sufrido ciertos cambios. Como por ejemplo en Uruguay.

Es importante destacar que en los países industrializados el costo promedio de la disposición en relleno es de \$30 a \$60 por ton, y que la combustión varía de US\$ 60 y US\$ 120 por tonelada. En América Latina y el Caribe, el costo del relleno sanitario varía de \$3 a \$15 por tonelada métrica dependiendo principalmente del tamaño y de la calidad del relleno.

Area de Acción 4. Expansión de la cobertura del servicio de recolección.

La Agenda 21 justificaba esta actividad diciendo que para fines de siglo XX más de dos mil millones de personas no tendrían acceso al saneamiento básico y se estimaba que la mitad de la población urbana en países en desarrollo no contaría con servicios adecuados de manejo de residuos sólidos. Estimaba que 5,2 millones de personas, incluidos 4 millones de niños menores de 5 años, mueren cada año por enfermedades relacionadas con residuos. Los impactos en la salud son particularmente graves para las áreas urbanas pobres. Sin embargo, el impacto para la salud y el ambiente va más allá de los asentamientos no servidos y conlleva a la contaminación del agua, suelo y aire sobre un área más extensa. La extensión y mejora de los servicios de recolección y disposición segura de residuos son cruciales, para controlar esta forma de

contaminación que genera efectos nocivos para la salud.

El objetivo general de este área es proporcionar una recolección de residuos segura para el ambiente y la salud por lo que la Agenda 21 dice que los gobiernos deben comprometerse a lo siguiente:

- Para el año 2000 tener los recursos técnicos, financieros y humanos necesarios para prestar servicios de recolección de residuos sólidos de acuerdo a las necesidades.
- Para el año 2025 proporcionar a todas las poblaciones urbanas servicios adecuados relacionados con los residuos.
- Para el año 2025 asegurar la continuidad de la recolección y disposición de residuos en las áreas urbanas y lograr la cobertura de saneamiento para la población rural.

Para lograr estos objetivos, sugiere que los países establezcan mecanismos financieros a fin de proporcionar el servicio a los que no lo tienen y que apliquen el principio "el que contamina paga", donde sea apropiado, fijando tarifas que reflejen los costos. Para esto deberán promover la participación comunitaria en todas las fases, desde la planificación hasta la implementación de los servicios.

La metas anteriores, han sido ya alcanzadas por todos los países industrializados. Los países latinoamericanos tendrán que hacer un fuerte esfuerzo para cumplir las metas de cobertura universal de recolección.

Cuadro 1.21 Coberturas de recolección en algunos países latinoamericanos y del Caribe

Cobertura del recolección	Países
> 90%	CHI, CUB, TRT
70 a 90%	BRA, PER, URU, VEN, MEX, Antigua
50 a 70%	COR, BOI, Dominica, Granada
< 50%	HAI, HON, PAR

Conclusiones sobre la Agenda 21 y la situación en América Latina

Las cuatro áreas temáticas de la minimización, reciclaje, recolección y disposición son de suma importancia para la salud y el ambiente y para la conservación de los recursos naturales. Sin embargo, a nivel local en los países en desarrollo, los recursos financieros son muy limitados y se tiene que decidir en cuáles de las cuatro áreas se debe poner mayor énfasis.

Desde la perspectiva de salud pública, la disposición y recolección adecuadas y universales están

directamente relacionadas con mejoras en la salud, el bienestar y la protección del ambiente, por ello estas áreas son las más importantes.

Si se aborda el problema desde la perspectiva de la conservación de recursos y energía, la minimización y el reciclaje son sumamente importantes. La minimización es muy efectiva en función de los costos y depende del apoyo del público y la industria. El reciclaje es también importante pero debido a sus costos y a las bajas tasas de reciclaje alcanzables en la práctica en América Latina se recomienda ser cauteloso al incluir este elemento en los proyectos integrales de residuos sólidos. Por ello, cada país y cada municipio debe hacer su balance y decidir cuántos recursos se asignan a cada área programática.

REFERENCIAS

- CNUMAD. *Earth Summit 92*. Regency Press Corporation, Londres. 1992
- Organización Marítima Internacional. *Global waste survey*. IMO, Manila. 1995
- OPS/BID. *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*

1.2. Definición y clasificación de los RSU

1.2.1. Definición del concepto de residuo sólido

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), en su directiva 75/442 especifica que por residuo se entiende: "cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales vigentes".

La "Environmental Protection Agency (EPA)" de los Estados Unidos (1989) define textualmente: "se entiende como residuo sólido cualquier basura, desperdicio, lodo y otros materiales sólidos de desechos resultantes de las actividades industriales, comerciales y de la comunidad. No se incluyen sólidos o materiales disueltos en las aguas de los canales de descarga de la irrigación, ni otros contaminantes comunes en el agua". En esta definición está implícita una clasificación de los residuos, de acuerdo a su origen o fuente generadora. Por su parte, en la legislación brasileña, se ha agregado a esa definición una clasificación de residuos en peligrosos, inertes y no inertes.

La Organización del Consejo de Defensa de Energía (OCDE), que define a los residuos como aquellas materias generadas en la actividad de producción y consumo que no alcanzan en el contexto en que son producidos, ningún valor económico, lo que puede deberse tanto a la falta de una tecnología adecuada para su aprovechamiento como a la inexistencia de un mercado para los productos recuperados.

En síntesis, puede definirse un *residuo* como todo resto o material resultante de un proceso de extracción, de producción, transformación, distribución, comercialización o utilización cuyo poseedor decida abandonar.

Sin embargo, tal definición sólo identifica al residuo como un resto (parte de un bien), no incluyendo la posibilidad de que un bien completo sea un residuo, tampoco profundiza en la razón por la cual el poseedor está interesado en abandonarlo.

Complementando la definición anterior, se puede definir un *residuo sólido* como parte o totalidad de un bien que representa una desutilidad a quien lo posee.

Un *residuo sólido urbano* (RSU) no es más que un residuo sólido generado por cualquier actividad en los núcleos urbanos, incluyendo tanto los de carácter doméstico como los provenientes de cualquier otra actividad generadora de residuos dentro del ámbito urbano, con excepción de los peligrosos.

La definición anterior se centra en la desutilidad o utilidad negativa inherente al residuo sólido, que es lo que conduce a que el poseedor o productor del bien esté interesado en abandonarlo parcial o totalmente.

De acuerdo a lo expresado, para que un bien o parte de él sea considerado -individual o socialmente- como un residuo, basta que la cantidad demandada para su aprovechamiento sea nula o negativa.

Nótese dos diferencias importantes entre el residuo sólido urbano y el residuo sólido rural:

- El residuo sólido rural, cuando es un residuo orgánico putrecible, puede ser recuperado naturalmente (alimentación del ganado, abono de la tierra, etc.), o bien eliminado mediante su simple abandono en el campo. El RSU no puede ser eliminado o recuperado naturalmente, debido al lugar en que se genera y a su composición (alta incidencia de materiales no orgánicos).
- Ligado a lo anterior, los residuos orgánicos o combustibles le proporcionan al agricultor una utilidad positiva, prácticamente sin costos adicionales, lo que le permite, al menos en parte, cerrar un ciclo de actividad económica. En cambio, el ciudadano considera al residuo como una molestia y se requiere de una organización social de servicio, con un importante costo adicional, para que los residuos puedan ser manejados.

Dados los conocimientos tecnológicos de la sociedad actual, sólo un número reducido de bienes son irrecuperables tanto individual como socialmente. Todos los demás bienes presentan una cierta utilidad, ya sea directa (por ejemplo, una vieja prenda de vestir) o potencial como inputs de un proceso de transformación (por ejemplo, los papeles y cartones usados que pueden ser reciclados).

Por esta razón es que la definición de residuo sólido deba ser entendida dentro de un contexto dado de condiciones, puesto que un bien o parte de él puede significar un residuo para un grupo de individuos y en cambio ser aprovechado por otro grupo social.

Hasta no hace mucho tiempo, aún en la época actual, los residuos sólidos urbanos (RSU) han sido considerados como algo que debe ser eliminado, salvo por la acción de grupos sociales marginados o de pequeñas empresas de recolección manual que recuperan parte de los residuos para su posterior venta.

El problema del tratamiento de los RSU implica, en primera instancia, conocer en qué condiciones un residuo merece el calificativo de tal. La importancia de precisar claramente el concepto de residuo, radica principalmente en que se podrían estar desaprovechando posibilidades de reutilización, o bien, creando procesos de transformación para los que no existe demanda y cuyo producto sería -por lo tanto- un residuo.

Una vez realizadas estas consideraciones sobre el concepto de RSU, se puede completar esa visión con una clasificación de los distintos grupos de RSU.

1.2.2. Clasificación de los residuos sólidos

Los residuos sólidos pueden clasificarse de acuerdo a:

- Su origen (domiciliar, industrial, comercial, institucional, de barrido, etc.),
- Su composición (orgánicos, inorgánicos, etc.),
- Su peligrosidad (inertes, tóxicos, reactivos, inflamables, corrosivos, infecciosos, radioactivos, etc.)

A los fines de este curso se usará la siguiente clasificación:

- Residuos sólidos municipales o urbanos (se usarán ambos términos como sinónimos), son aquellos que normalmente recolectan los servicios municipales ya sea en su servicio normal o mediante servicios especiales. Los servicios de recolección municipal pueden ser municipales propiamente dichos o contratados a empresas privadas.
- Residuos sólidos municipales especiales son los que se recolectan mediante servicios especiales generalmente periódicos o extraordinarios. Se incluyen en estos la recolección de muebles, ramas grandes, refrigeradores, automóviles, campañas de limpieza, y en ocasiones algunos peligrosos de origen domiciliario como pinturas solventes y otros artículos del hogar y en ciertas poblaciones los residuos peligrosos de hospitales que se recolectan también por los servicios especiales municipales.
- Residuos peligrosos son aquellos que por sus características y potenciales efectos sobre la salud o el ambiente, no está permitida su recolección por parte de los servicios municipales. Las fuentes generadoras son diversas, la principal es de origen industrial, derivada de los procesos de producción (no se considera en esta categoría los residuos de oficinas, cafeterías y otras fuentes cuyos desechos se asemejan a los municipales). Los residuos de hospitales en su fracción peligrosa están considerada por la mayoría de las legislaciones como residuos peligrosos.

Según su origen, una clasificación más amplia podría incluir los residuos de la agricultura, la explotación maderera, la minería, la extracción petrolera, etc., que tampoco son objeto de este curso.

A los fines de este curso, se desarrollará con mayor detalle los residuos municipales. Si bien los residuos peligrosos exceden los objetivos de este curso, sí se considerarán los provenientes de los establecimientos de salud.

De los residuos municipales podría haber tantas clasificaciones como fuentes de desechos existen y tener una lista demasiado larga. No obstante los residuos sólidos urbanos (RSU) más importantes son:

Residuos municipales de recolección convencional

- Residuos domiciliarios
- Residuos de mercados
- Residuos que provienen de la limpieza y barrido de calles
- Residuos producidos por la limpieza y mantenimiento de playas, zonas recreativas y otros lugares de uso público
- Residuos comerciales, de oficinas, escuelas, iglesias, etc.
- Restos de podas, mantenimiento y conservación de zonas verdes (cantidades normales)
- Residuos correspondientes a la recogida de animales muertos (pequeños como perros, gatos, ratas, etc.)
- Residuos no peligrosos de establecimientos de salud.
- Residuos de hoteles, restaurantes, sitios de recreo diario, semanal o vacacional.

Residuos municipales especiales

- Residuos resultantes de los trabajos de obras en construcción y demolición
- Lodos y fangos producidos en la depuración de aguas residuales urbanas
- Residuos procedentes de la limpieza de pozos negros, alcantarillas y similares
- Residuos urbanos voluminosos (muebles, refrigeradores, lavadoras, etc.)
- Residuos resultantes del abandono de vehículos
- Restos de podas extraordinarias, árboles y ramas, etc.
- Desechos dejados por actividades recreativas de masas como carnavales, festividades, procesiones, deportes, etc.

- Residuos correspondientes a la recogida de animales muertos (grandes como de ganado)
- Residuos específicos tóxicos y peligrosos procedentes de laboratorios, centros de docentes y de investigación y otros.
- Residuos peligrosos de establecimientos de salud, cuando no existen servicios privados y el servicio lo preste el municipio.

Como se analizará posteriormente, la diferenciación de los RSU es un factor preponderante a

la hora de diseñar la forma de recogida o de analizar las posibilidades de reciclaje de determinados residuos. A tal fin, se definen con mayor detalle algunos residuos de la clasificación anterior.

Residuos domiciliarios

Comprenden los residuos provenientes de las viviendas unifamiliares o multifamiliares, se presentan en dimensiones manejables y generalmente en recipientes más o menos normalizados (bolsas, contenedores, etc.). Representan el grueso de los residuos que recolectan los servicios y constituyen de un 60% del total recogido en las grandes ciudades hasta un 90% en las pequeñas. La factibilidad económica de reciclar parte de estos residuos no es muy alta pero el potencial social de la recolección selectiva sí lo es.

Residuos de mercados

Están constituidos por los residuos principalmente orgánicos producidos en mercados, ferias, mercados móviles y similares. Por su alto contenido orgánico frecuentemente son usados como insumo en los procesos de compostaje.

Residuos de barrido y limpieza de vías públicas

En esta categoría es posible distinguir dos tipos diferenciados según su procedencia: unos son los que proceden del barrido propiamente dicho los que tienen un alto contenido de tierra e inerte, papeles y vasos. Los segundos son los que provienen de las papeleras públicas los cuales presentan un cierto potencial de ser reciclados, sobre todo por las latas de aluminio de los refrescos.

Residuos comerciales

Están constituidos por los residuos de la actividad de los diferentes circuitos de distribución de bienes de consumo (embalajes, residuos orgánicos de mercados y ferias, etc.). Son potencialmente reciclables sin mucho esfuerzo en los centros de gran generación.

Residuos de la industria

Los residuos de la industria provenientes de las zonas de oficina, empaque, almacenes, etc. pueden ser recogidos por el servicio municipal o por servicios privados especiales. Tiene una alta factibilidad de ser reciclados.

Residuos voluminosos

Son materiales de desecho de origen doméstico, comercial o institucional, que por su forma, tamaño, volumen o peso son difíciles de ser recogidos y/o transportados por los servicios de recogida convencional. Tal es el caso de muebles, colchones, electrodomésticos, etc. Dado que cada vez será más frecuente el abandono clandestino de estos desechos, es necesario conocer la naturaleza, composición y cantidad de éstos, con el fin de disponer de los medios adecuados para su recogida, tratamiento y posible reciclaje.

Residuos de establecimientos de salud

Son los derivados de actividades sanitarias procedentes de hospitales, clínicas, laboratorios de análisis clínicos, laboratorios de investigaciones biológicas y establecimientos similares,

como por ejemplo, determinadas industrias farmacéuticas. Pueden ser peligrosos o no peligrosos. Los últimos se caracterizan por su potencial contenido de gérmenes patógenos, elementos punzocortantes y restos de medicamentos. Los primeros, o sean los no peligrosos pueden manejarse como residuos urbanos convencionales e incluso tienen una alta posibilidad de reciclaje.

Residuos de construcciones y demoliciones

Proceden de obras de construcción o de demolición y por ello, se componen de escombros, ladrillos, maderas, vidrios. Generalmente, mediante un contrato los servicios municipales o privados colocan un contenedor durante la duración de la obra, el cual vacían periódicamente. Estos residuos pueden ser reciclados en muchas formas, como por ejemplo, mediante molinos que los transforman en arena o mediante la recuperación del aluminio y acero de la ventanería de las demoliciones. Mediante alguna maquinaria adicional se pueden fabricar ladrillos, adoquines y otros. El vidrio plano no tiene mercado de venta.

Residuos de poda y mantenimiento de jardines

Son los procedentes del mantenimiento de jardines y parques públicos que se recogen mediante los servicios especiales. En ocasiones se les agregan los de jardines particulares cuando se hace una recolección selectiva. Debido al gran volumen que ocupan en el relleno sanitario, para ahorrar espacio, estos residuos pueden someterse a procesos de compostaje, para lo cual es común moler previamente las ramas en molinos de cuchillas.

Residuos de fosas sépticas y de plantas de tratamiento de aguas servidas

Los residuos de fosas sépticas recolectados por camiones cisterna de succión sobre todo en ciudades pequeñas, generalmente por ser líquidos no son aceptados en los rellenos sanitarios y deben llevarse a lagunas de tratamiento. Los lodos de plantas de tratamiento, si están adecuadamente secados, sí pueden recibirse en los rellenos sanitarios.

1.3. Estudios previos

Para poder hacer un diseño integral del manejo de los RSU es necesario conocer la cantidad y la "calidad" de la basura. Los principales parámetros a determinar son:

- Cantidad de residuos. Se miden, generalmente por separado, los residuos domiciliarios, de barrido, parques, mercados y los otros que aparecen en las listas de clasificación.
- Cantidad promedio de personas por hogar
- Composición o contenido de la basura
- Humedad
- Peso volumétrico o densidad
- Análisis químicos
- Análisis de combustión
- Otros para objetivos determinados

La importancia de la determinación de estos parámetros justifica un desarrollo detallado de ellos¹.

1.3.1. Cantidad de residuos

Es el parámetro más importante del diseño de cualquier proyecto. Generalmente se utiliza el parámetro de generación o producción unitaria en su forma:

PPC [kg/hab/día] o sea la denominada producción de residuos per cápita de residuos domiciliarios

En el caso de otro tipo de residuos municipales, se tiene que buscar el parámetro unitario adecuado, por ejemplo, para mercados se puede usar [kg/día/puesto] ó [kg/día/m²], para barrido se puede usar [kg/día/km] o sea por kilómetro barrido de cordón de acera.

Los muestreos para determinar la generación de basuras (al igual que para otros parámetros) generalmente duran 8 días y los análisis de la misma 7 días. Esto es así porque la basura que se recoge en el primer día se desecha por considerarse una muestra viciada por las razones que se exponen mas adelante.

Existen varios métodos para determinar este parámetro de forma preliminar para efectos de realizar un perfil de proyecto:

Método 1. Por pesaje de camiones

Se determina previamente la "cobertura" o sea el porcentaje de la población que en el momento del análisis tiene servicio de recolección. Posteriormente, y durante ocho días, se pesan todos los camiones que llevan su basura al relleno o vertedero. El pesaje del primer día se desecha, y a los resultados del pesaje de los 7 días subsiguientes se aplica la siguiente fórmula:

$$PPC = \text{Suma de pesos de todos los camiones} / (\text{población total} \times \text{cobertura})$$

$$[\text{kg/hab/día}] = [\text{kg/día}] / \{[\text{hab}] \times \{1\}\}$$

en donde la cobertura es adimensional

Finalmente se promedian los resultados de los 7 días.

¹ Se recomienda consultar el documento "Análisis de residuos sólidos municipales" del Dr. Kunitoshi Sakurai, publicado por el CEPIS en la década de los 80s (ver pag Web del CEPIS)

Método 2. Por muestreo

Consiste en determinar, mediante métodos estadísticos, un número de casas que deben muestrearse durante 8 días corridos. En localidades pequeñas es suficiente, para un primer muestreo, 60 casas por cada estrato socioeconómico. El procedimiento a seguir es:

- Se escogen las 60 casas al azar y se les asigna una clave a c/u (si son pequeñas tiendas o negocios unifamiliares también se incluyen)
- Se los visita a fin de explicarles el objetivo del estudio, certificando su cooperación y registrando el número de personas que viven ahí. Se les entrega una bolsa de plástico pidiéndoles que coloquen ahí toda su basura la que se recogerá 24 hs después. Las bolsas de plástico se pesan para tener una tara.
- Al día siguiente se recoge la bolsa llena y se les entrega una vacía. La muestra del primer día se desecha.
- A partir del segundo día las bolsas recogidas se identifican con la clave de la casa.
- Se llevan al laboratorio que puede ser cualquier sitio con techo o cobertizo que dé sombra y tenga un piso liso (por ej. de cemento o concreto) se pesa cada una, se resta la tara y dividiendo entre el número de habitantes de la casa se obtiene la generación de esa casa para cada día de muestreo anotando los datos en una tabla.
- Se saca el promedio de generación para los siete días de muestreo, para cada una de las 60 casas y se anota en la última columna.
- Se promedia la última columna para obtener la generación per cápita de ese estrato socioeconómico y también en la segunda columna se saca el promedio de personas por vivienda para ese estrato.
- Se verifica si estadísticamente la muestra fue válida para el margen de error permitido. En caso contrario se deberán tomar muestras adicionales hasta obtener una desviación estándar adecuada.
- *Cada día, después del pesaje, las bolsas con los residuos se conservan para realizar otros análisis que sean necesarios.*

Cuadro 1.22 Cálculo de la generación per cápita en un estrato de población

Casa	Hab	Día 1	Día 2	Día 7	Pro m
1	N1	G11	G22			G1
2	N2	G21				G2

....
60	N60					G60
Prom Estrat	Nestra t					Gest rat

De este modo se obtiene, de manera preliminar, la generación per cápita por cada uno de los estratos socioeconómicos y el número de habitantes promedio por estrato. Cuando se conoce el porcentaje de pobladores de cada estrato socioeconómico, la generación per cápita total se puede obtener mediante el cálculo de un pesaje promedio. Estos dos parámetros son fundamentales para diseñar todo el servicio de manejo integral de residuos. De manera similar, se puede obtener estimaciones para la generación de otros tipos de basura como mercados, barrido, parques y jardines y otras fuentes de generación especiales.

Finalmente es muy importante determinar la cantidad de residuos que producen los hospitales, tanto peligrosos como normales. Se acostumbra relacionar la generación unitaria con las camas existentes en el hospital algunos investigadores han propuesto que se calcule sobre la base de la cantidad de camas ocupadas. Si se pesan durante 7 días todos los residuos que salen de un hospital y se divide este valor entre el número de camas se tendrá la generación unitaria. Posteriormente habrá que hacer cálculos similares para los residuos comunes y los residuos peligrosos (se recomienda consultar la publicación de OPS/CEPIS, *Manejo Interno de Residuos de Hospitales*). En general en América Latina se producen entre 1kg y 6 kg por cama según el tamaño y la especialidad de los hospitales. De esta cantidad entre 10 y 40% de los residuos son potencialmente peligrosos, dependiendo de la clasificación que se haya hecho en la legislación, y del cuidado que el personal tenga en la separación de los residuos.

Asimismo es importante notar que la generación unitaria puede tener variaciones estacionales, sobre todo en las ciudades en donde hay grandes variaciones climáticas de Verano a Invierno.

1.3.2. Calidad o composición de los residuos

Para determinar la calidad y/o composición de los residuos es necesario contar con una muestra de 100 kg a 200 kg de basura y analizar diariamente su composición durante siete días. La muestra puede obtenerse escogiendo un camión al azar en el relleno, y seleccionando la muestra de 100 a 200 kg de la carga, también al azar. Cuando se ha muestreado por el método de las 60 o más casas, se utiliza la basura que se tiene en las bolsas del inciso anterior.

La basura se coloca en el piso y se cuartea de acuerdo como se señala en la metodología de CEPIS, hasta obtener una muestra de 50 kg a 100 kg que será la que se someterá al análisis. Las partes de la basura cuarteadas que no se usarán para la prueba se desechan. La muestra cuarteada se pesa, se lleva a una mesa o sobre el piso mismo, colocándose alrededor de ella bolsas de plástico cuya tara se ha determinado con anterioridad y se procede a separar manualmente la basura colocándola en las bolsas y asegurándose que los operarios cuenten con el debido equipo de protección como guantes y mascarillas desechables. Los diferentes

componentes de la basura en que se clasifica la basura pueden variar pero generalmente son los siguientes:

- Cartón
- Papel
- Metales (fierro, hojalata, aluminio, otros)
- Residuos de alimento y otros orgánicos putrecibles
- Residuos de jardinería
- Plásticos (envases gruesos, juguetes y otros reciclables)
- Plástico en película (bolsas y similares)
- Envases delgado PET y otros
- Vidrio (puede ser por colores, blanco, verde y marrón)
- Madera
- Pañales desechables, toallas higiénicas y similares.
- Tierra, piedras, piezas rotas de vajilla, etc.
- Otros

Cuando se ha separado toda la muestra en sus componentes, se pesan las bolsas con cada uno de los componentes y después de deducir la tara de las bolsas, el peso de cada componente se anota en una tabla como la siguiente. El peso total calculado en el último renglón debe coincidir con poco error, con el peso total de la muestra antes del análisis. En climas calurosos y secos es importante no perder la humedad por evaporación, guardando la basura por analizar por muy corto tiempo y efectuando los análisis con velocidad.

Cuadro 1.23 Tabla para cálculo de la composición porcentual

Componente	Día	Día	...	Día	Promedio
	1	2		7	
	Kg	Kg		Kg	
	%	%		%	%
Cartón					
Papel					

Vidrio					
Metal					
etc.					
Total					

En la última columna se promedian los porcentajes de cada día de muestreo y así se tendrá en esa columna la composición porcentual de ese estrato socioeconómico. Es importante recordar que de cada componente, solo una fracción pequeña es susceptible de ser reciclada.

Para determinar las posibilidades de una recolección selectiva, se puede hacer un muestreo en casas como se describió antes, solo que ahora se les pide que entreguen su basura dividida dos o tres bolsas según se quiera reciclar, fabricar cómpost o ambos. La basura de cada bolsa se pesa y se colocan los datos en tablas similares a las anteriores, adaptándolas según el caso. Por supuesto habrá que explicar a las amas de casa el objetivo del estudio con mayor detalle y capacitarlas para hacer una división efectiva de la basura durante los días del muestro. Los datos así obtenidos serán de importancia fundamental si se quiere analizar la factibilidad de este tipo de recolección.

1.3.3. **Peso volumétrico o densidad**

Hay varios tipos de pesos volumétricos a calcular:

- En almacenamiento domiciliario unifamiliar (150 a 200 kg/m³)
- En el almacenamiento multifamiliar (150 a 250 kg/m³)
- En el camión compactador o de otro tipo (350 a 500 kg/m³ en compactador)
- En el relleno sanitario (de 750 a 1000 kg/m³ en relleno mecanizado)

Los datos de pesos volumétricos consignados son una referencia de los valores típicos en Latinoamérica. En los países desarrollados estos valores son generalmente menores, debido principalmente a su menor contenido de humedad y menor cantidad de desperdicios de comidas ya que estos generalmente son molidos en los lavaplatos y arrojados en las alcantarillas.

Peso volumétrico en el hogar

El peso volumétrico en el hogar generalmente sirve para calcular los volúmenes de los recipientes de almacenamiento en el hogar o para los contenedores en los edificios multifamiliares. El peso volumétrico esta dado por:

$$PV = \text{Peso} / \text{Volumen} \quad [\text{kg}/\text{m}^3]$$

La prueba se realiza seleccionando un recipiente de volumen conocido de 100 a 200 lt de

capacidad (en muchos países se utiliza un tambor de 200 lt para estandarizar la prueba), el cual se llena hasta el borde, sin compactar, con la basura que está utilizándose en el laboratorio de pruebas. Se deja caer tres veces desde una altura de 10 cm y se vuelve a enrasar con basura y luego se pesa, se descuenta la tara, y se aplica la fórmula de arriba para encontrar el PV. Posteriormente se saca el promedio de las pruebas realizadas durante los 7 días de pruebas para encontrar el PV promedio.

Este parámetro, con la misma fórmula, puede servir para calcular el volumen de los recipientes recomendables para una zona de casas unifamiliares en un estrato socioeconómico que tiene un promedio de 4.5 hab por casa, produce 0.77 kg/hab/día, 160 kg/m³ de densidad, y va a tener una recolección de tres veces por semana (la basura tendrá un máximo de almacenamiento de tres días):

De la fórmula se despeja el volumen:

$$V = \text{Peso basura} / \text{PV}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso basura} &= [4.5 \text{ hab} \times 0.77 \text{ kg/hab/día} \times 3 \text{ días de almac}] / [160 \text{ kg/m}^3] \\ &= 0.065 \text{ m}^3 \\ &= 65 \text{ lts} \end{aligned}$$

Se recomendaría un recipiente de 65 lts o un poco mayor por seguridad.

Otros pesos volumétricos

Para el cálculo de otros pesos volumétricos el analista tendrá que ingeniárselas para determinar el PV con la fórmula, tratando de simular las condiciones de compactación de la basura. Así las pruebas se realizarán en contenedores con basura de las zonas donde se vayan a usar estos.

En los camiones compactadores se realizará la prueba, conociendo el volumen de la caja compactadora, dado por el fabricante y pesando los camiones una vez que el conductor o chofer diga que ya está lleno. En el caso de camiones abiertos, de volteo y de otros tipos, se deberán hacer análisis similares.

En los rellenos sanitarios por ejemplo hay pesos volumétricos a corto y a largo plazo. A corto plazo, digamos una semana, el peso de la basura se conocerá mediante el pesaje de todos los camiones que entraron durante esa semana y el volumen se puede conocer topográficamente haciendo un levantamiento inicial y al final de la semana. Este PV se usará posteriormente para el diseño de la celda diaria del relleno. De forma similar para calcular el PV a largo plazo en el relleno se puede hacer una estimación entre algún levantamiento topográfico hecho hace algunos años y otro que se haga en el momento de la prueba y calcular así el volumen. El peso será el del control de pesos de camiones durante el mismo lapso.

En todos los casos anteriores es conveniente tener un número de pruebas suficiente para darle validez estadística al parámetro encontrado.

1.3.4. Pruebas de laboratorio

Prueba de humedad

En una muestra pequeña de basura fresca, se realizan los cuarteos hasta obtener una muestra representativa de 1 a 5 kg, según el horno con que se cuente. La muestra se pesa y se pone al horno a unos 103 grados centígrados, en un recipiente metálico tarado de preferencia con agujeros, durante varias horas. Periódicamente se retira el recipiente y se pesa. Cuando ya no hay diferencia de peso entre dos pesadas se estima que la muestra ya perdió toda la humedad y se puede considerar finalizada la prueba. La humedad será:

$$\text{Humedad en \%} = \frac{[\text{peso inicial} - \text{peso final}] \times 100}{[\text{peso inicial}]}$$

Se deberá, como en todos los casos, contar con una serie de pruebas para tener la suficiente validez estadística (para detalles ver la publicación del CEPIS). Este parámetro será de utilidad para el diseño del relleno sanitario, para la fabricación de compost y para evaluar la alternativa de incineración. Los valores típicos en América Latina varían de 40 al 50%. En los países desarrollados es común encontrar valores de 20 a 30%.

Para el caso de la recolección selectiva la prueba deberá realizarse por separado en la basura de cada uno de los componentes en que se pedirá a las amas de casa que separen la basura.

La humedad de la basura tiene suma importancia para todas las operaciones del manejo integral de RSU. En las operaciones de recolección, transporte y tratamiento, la humedad excesiva es un factor que puede ocasionar serios problemas.

En general, las basuras producidas en los países de América Latina, como consecuencia de los hábitos de consumo alimentario de productos vegetales poco elaborados, contienen un alto porcentaje en restos orgánicos, lo cual confiere a sus Residuos Sólidos Urbanos la cualidad de poseer un elevado porcentaje de agua. El cuadro siguiente se presentan algunas cifras relevantes de algunas ciudades.

Cuadro 1.24 Características de residuos sólidos municipales en algunas ciudades.

CIUDADES	PESO ESPECÍFICO (KG/M3)	HUMEDAD %	VALOR CALORÍFICO INFERIOR (KCAL/KG)
ASUNCIÓN (93)	180	50	1.192
BUENOS AIRES	250	50	
GUATEMALA (91)	240	61	1.039

MÉXICO D.F. (96)	245	50	
MONTEVIDEO (95)	200	-	-
RÍO DE JANEIRO (90)	190-250	50	-
SANTA CRUZ, BOL. (90)	160	50	2.800 (por verificar)

FUENTE: "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Guido Acurio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira, Francisco Zepeda; BID/OPS; 1997).

Cuando la humedad es acompañada por un bajo contenido en papel, cartón, textiles, etc. (capaces de absorber una parte de la humedad), tales residuos son de laborioso manejo, debido a su rápida fermentación. Esta fermentación se produce tanto por las características propias del residuos, como por la acción del compactador que hace fluir cantidades importantes de materias líquidas, las cuales mezcladas a los azúcares, grasas, almidones, etc., presentes en las basuras, facilitan todavía más el inicio de procesos de fermentación. Estas dificultades pueden acrecentarse cuando la recolección y transporte se efectúa mediante vehículos no herméticos, con lo que las cantidades de agua aumentan de modo considerable.

Igualmente, el elevado porcentaje de humedad de los residuos latinoamericanos supone algún inconveniente en el momento de recurrir a la incineración como sistema de eliminación. Ello entraña la necesidad de evaporar, durante el proceso, importantes cantidades del agua presente en los RSU.

Pruebas químicas

Estas se realizan generalmente cuando se quiere evaluar la alternativa de la fabricación de compost. Los principales análisis que se realizan son para los contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, carbono, hidrógeno y azufre (ver Pag. Web del CEPIS). Como estas pruebas son costosas, en pequeñas comunidades quizá no sea conveniente hacerlas, y realizar en cambio pruebas de campo para ver si funciona el proceso que se quiera instalar basándose en prueba y error.

Pruebas de combustión

Estas pruebas son costosas y sólo se recomiendan en ciudades muy grandes, para llevar un registro de la evolución y variación de los parámetros involucrados, ya que a priori se considera que las basuras de nuestros países la incineración de los RSU es demasiado cara y los valores caloríficos son muy bajos. Para la fracción peligrosa de la basura de hospitales y clínicas esta prueba es muy importante porque la tendencia legislativa en casi todos los países es que estos residuos se traten antes de ser llevados al relleno sanitario y uno de los tratamientos más usados es la incineración. Las pruebas típicas de combustión permiten determinar los siguientes parámetros:

- Poderes caloríficos superior (PCS) e inferior (PCI)
- Cenizas
- Sólidos volátiles

El parámetro más importante es el poder calorífico inferior. La prueba se realiza seleccionando una muestra pequeña de basura a la cual se le retiran los elementos inorgánicos no combustibles como latas, vidrios y otros y se le extrae la humedad. Todos estos valores se anotan cuidadosamente. La muestra de materia orgánica seca y molida se introduce en una bomba calorimétrica en un laboratorio especializado en combustión. Los resultados que se obtienen de la prueba son el PCS, al cual habrá de ser corregido por la influencia que tendrían en el consumo de energía la humedad que debe evaporarse y los inorgánicos que se calentarán, para obtener así el poder calorífico inferior o PCI.

En los países desarrollados las basuras alcanzan PCIs de alrededor de 2500 a 3000 Kcal/kg. En nuestros países estos valores solo alcanzan normalmente valores inferiores a los 1500 Kcal/kg.

Existen métodos indirectos para estimar el PCI (ver Web del CEPIS), que calculan su valor indirectamente con el análisis del contenido de la basura y la humedad.

1.3.5. Estudios demográficos

Para poder estimar la cantidad de basura que habrá en el futuro, dentro de la vida útil del proyecto (de 11 a 25 o más años según se trate de la recolección, el tratamiento o la disposición final) es necesario estimar con la mayor precisión posible la población actual y la futura. Existen muchos métodos de estimación de la población que pueden consultarse en los libros especializados. Aquí solo presentaremos como ejemplo el método "geométrico" que es el comúnmente más usado. Para utilizar este método se requiere contar con la tasa de crecimiento de la población " r " y con la población actual " P_0 ". Es conveniente asesorarse por técnicos para tener bien establecidos estos valores, ya que las autoridades municipales tienen una tendencia a exagerar este dato por razones políticas e institucionales. Las tasas de crecimiento en América Latina tuvieron una tendencia creciente hasta la década de los 80s sobre todo en las grandes ciudades, pero afortunadamente estas cifras han ido bajando durante la última década.

La fórmula para el cálculo de la población futura es la siguiente:

$$P_t = P_0(1 + r)^t$$

En donde:

- P_t : población futura en el año t
- P_0 : población inicial en el año cero.
- r : tasa de crecimiento de la población en decimales (no en porcentaje)
- t : Año en que se desea calcular la población futura.

Así por ejemplo si el año 2000 se toma como el año cero con una población de 5400 hab y se

tiene una tasa de crecimiento del 2.5%:

Para $t = 1$ o sea para el año 2001:

$$P1 = 5400 (1 + 0.025) = 5535 \text{ hab}$$

Para el año 2010 el valor de $t = 10$:

$$P10 = 5400 (1 + 0.025)^{10} = 5400 \times 1.28 = 6912 \text{ hab}$$

De este modo se puede calcular la población esperada año por año hasta el fin del proyecto. Este dato será de primordial importancia para la planificación del servicio.

1.3.6. Recopilación de información adicional

Para poder iniciar el proyecto hay gran cantidad de información que debe recabarse en las fuentes apropiadas de información. A continuación se listan los estudios y recopilaciones de información que deben realizarse. Los detalles de cómo se hace se darán en los capítulos correspondientes del curso:

Información general

- Datos geográficos, demográficos, climáticos.
- Mapas topográficos de la ciudad y sus alrededores
- Planos de la ciudad con sus divisiones por barrios, sentidos de calles, parques, mercados, escuelas, etc.
- Datos generales de geografía política del municipio y sus alrededores
- Información sobre leyes nacionales, del estado o provincia y municipales que afecten el servicio.
- Nombre de las autoridades, organizaciones sociales, ONGs, empresas privadas, etc., que tengan que ver con el manejo de residuos sólidos.

Información sobre el servicio de limpieza

- Datos históricos del servicio de limpieza, estadísticas, informes, proyectos.
- Costos de los servicios, preferentemente desglosados por recolección, tratamiento, relleno, reciclaje, etc. Si es posible, investigar si es posible obtener informaciones sobre la estructura de los costos, es decir en personal, mantenimiento, operación, maquinaria, etc.
- Personal según categoría y por cada uno de los servicios.
- Reglamento municipal de limpieza.
- Aspectos gerenciales, administrativos e institucionales del servicio, incluyendo si es

privado o municipal organigrama, etc.

Almacenamiento

- Investigación de campo sobre el tipo de recipientes usados en casas unifamiliares y multifamiliares
- Tipo de almacenamiento en otros sitios de recolección especial como mercados, hoteles, parques y jardines, etc.
- Almacenamiento diferenciado en hospitales para residuos normales y para los peligrosos.
- Número, capacidad y tipo de contenedores existentes en la ciudad

Barrido y limpieza pública

- Personal, rutas, calles pavimentadas, playas, descripción del servicio.
- Lugares de acopio de basura y de guardado de equipo, si los hay
- Rutas de recolección especiales para este servicio si las hay
- Equipo usado
- Rendimientos del personal en km de cordón por turno en diferentes condiciones de tráfico y zonas geográficas.
- Equipo mecánico si lo hay, sus rendimientos, costos, etc.
- Frecuencia de barrido en cada zona de la ciudad.
- Costos desglosados y costos unitarios

Recolección

- Personal, rutas, cantidades recolectadas de diferentes zonas, etc.
- Equipo existente, año y sus condiciones.
- Tipos de servicios especiales
- Rendimientos de personal y equipo
- Análisis de tiempos y movimientos de las rutas existentes, tiempos de preparación en el garaje, tiempo a la ruta, tiempo en cada ruta incluyendo el número de casas atendidas en cada viaje, tiempo de recolección, tiempo de transporte, tiempo de descarga y tiempos de regreso a ruta.
- Talleres, garajes, etc.
- Costos de maquinaria, personal, consumos, mantenimiento, de adquisición de camiones, etc.
- Información similar sobre estaciones de transferencia, si existen.

Reciclaje

- Identificación de la existencia de reciclaje informal, descripción, número de recicladores, etc.
- Identificación del reciclaje formal si existe, descripción.
- Personal del municipio, voluntarios, personal no pagado por el municipio, cooperativas, etc.
- Cantidades recicladas de cada material
- Precios y locales de compra de materiales reciclados
- Si existe proyecto de compost, describirlo, calcular las cantidades de materia orgánica procesada y su origen, producción de compost, precio de venta, valor de las ventas durante el último año.
- Costos de la recolección selectiva si existe, describiendo el proceso y desglosando costos si es factible.
- Plantas de reciclaje y compost si las hay
- Análisis de costo beneficio, tanto económico como social.

Manejo de residuos de hospitales

- Número de hospitales, clínicas, etc. clasificadas por su número de camas
- Cantidades totales de residuos, generación unitaria por cama, tanto de los residuos normales como de los peligrosos.
- Descripción del manejo de los residuos dentro de los hospitales
- Descripción del manejo de los residuos fuera de los hospitales
- Sistemas de recolección y transporte de los residuos peligrosos
- Sistemas y tecnologías de tratamiento
- Sistema de vigilancia de la operación de estos servicios.
- Costos de recolección, transporte y tratamiento de los residuos
- Empresas privadas si las hay.

Disposición final

- Ubicación y descripción del sitio, comunicaciones, servicios, etc.
- Área del sitio, área usada, área disponible, volúmenes, vida útil, etc..
- Hidrología, hidrogeología, pozos cercanos y su uso, material de cubierta disponible
- Propiedad del terreno
- Cantidades de basura y de viajes recibidos durante la semana
- Personal, descripción y estado de la maquinaria
- Existencia de segregadores, número, infantes, etc.
- Descripción de las operaciones

- Costos del terreno, de la maquinaria, mantenimiento, personal y de la operación.
- Horarios, camiones municipales y particulares que llegan.

1.4. La matriz general de planificación

Mucha de la información anterior, sobre todo la de la generación per cápita y la producida por los estudios demográficos, va a servir para ver la cantidad de basuras producida o “demanda” de servicios, para compararla con la capacidad del equipo y personal existentes, es decir con la “oferta” de servicios. Con lo anterior se determinará el “déficit” que será la base para la elaboración del proyecto.

La matriz de planificación o matriz de la “demanda” de los servicios es la parte troncal de donde derivarán los diferentes proyectos que constituirán el “Proyecto Integral de Manejo de Residuos Sólidos Municipales”. La matriz se construye con algunos de los parámetros calculados anteriormente, principalmente los demográficos, generación por cápita domiciliaria y de otros residuos.

A modo de ejemplo construiremos una matriz con los siguientes datos:

EJEMPLO

Población:	San Juan
Habitantes 2000	19500
Tasa crecimiento	2.5% anual
Generación 2000	0.8 kg/hab/día, creciente 1% anual
Cobertura recolec.	80% al inicio, creciente 5% anual hasta alcanzar el 100%
Otras basuras 2000	2.1 ton día
Horizonte del proyecto	15 años

Columna A

Se construye anotando en la columna los años calendario desde el 2000 hasta el horizonte del proyecto, en este caso 15 años. En hoja de cálculo electrónico, por ejemplo EXCEL, se pone el 2000 en la primera casilla y en la segunda se agrega 1 (=A1+1) con copiado en las columnas subsiguientes.

Columna B

Se coloca en la primera casilla la población del año 2000 (19500 hab en el ej). Las siguientes se calculan cada una con la fórmula de crecimiento de la población vista en el inciso correspondiente a crecimiento demográfico. Puede hacerse en hoja de cálculo con facilidad multiplicando para la segunda casilla el valor de la primera por la tasa de crecimiento (=B1*1.01) y copiando el resto de las casillas.

Columna C

Se construye colocando en la casilla 1 de dicha columna el valor de la generación domiciliaria obtenida en laboratorio (0.8 para el ejemplo). El valor de la casilla dos será el producto de la

casilla 1 por la tasa de crecimiento de la generación (1.01 en el ejemplo) y así sucesivamente. En hoja de cálculo será ($C2=C1*1.01$) con copiado en las casillas subsiguientes.

Columna D

Se anota en la casilla 1 la cobertura inicial en el año 2000 (0.8 en el ejemplo) y después se agrega la tasa de crecimiento anual de la cobertura según el plan del proyecto hasta alcanzar el 100% de cobertura.

Columna E

La columna E se calcula multiplicando las columnas B, C y D y dividiendo el resultado entre mil para obtener toneladas. Por hoja de cálculo sería ($E=B*C*D/1000$).

Columna F

En la primera casilla se anota la suma de todas las otras basuras, como son las de barrido, parques, mercados y otras producidas en el año 2000. Para calcular el resto de las casillas se les supone una tasa de crecimiento anual que generalmente es la misma que la de las basuras domiciliarias, y la casilla 2 se calcula multiplicando el valor de primera por la tasa de crecimiento. En hoja de cálculo sería ($F2=F1*1.025$) y copiando para el resto de las casillas. Es importante notar que si se desea esta columna podría desglosarse en tantas columnas como servicios haya, si se desea tener una tabla más explícita. Incluso algunas de las columnas pueden ser negativas, es decir si se va a hacer recolección selectiva se podrían poner dos columnas negativas que se restan al total, una para los reciclables y otra para la materia orgánica que va a compostarse.

Columna G

Finalmente la columna G se calcula sumando las columnas E y F. Nótese que los resultados del ejemplo están aproximados a un decimal.

Cuadro 1.25 Ejemplo de cálculo de una Matriz General de Planificación (en toneladas)

**MATRIZ GENERAL DE PLANEACION DE SAN JUAN.
PREDICCIONES DE BASURA**

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
ANO	HABIT	K/H/D	COBERT	DOMICILI OS	OTRAS	TOTAL
2000	19500	0.90	0.80	14.0	2.1	16.1
2001	19988	0.91	0.85	15.4	2.2	17.6
2002	20487	0.92	0.90	16.9	2.2	19.1
2003	20999	0.93	0.95	18.5	2.3	20.8
2004	21524	0.94	1.00	20.2	2.3	22.5
2005	22062	0.95	1.00	20.9	2.4	23.2
2006	22614	0.96	1.00	21.6	2.4	24.0
2007	23179	0.96	1.00	22.4	2.5	24.9
2008	23759	0.97	1.00	23.2	2.6	25.7
2009	24353	0.98	1.00	24.0	2.6	26.6
2010	24962	0.99	1.00	24.8	2.7	27.5
2011	25586	1.00	1.00	25.7	2.8	28.4
2012	26225	1.01	1.00	26.6	2.8	29.4
2013	26881	1.02	1.00	27.5	2.9	30.4
2014	27553	1.03	1.00	28.5	3.0	31.5

Notas:

- 1.- se supone una población de 19500 habitantes en 2000, con una tasa de crecimiento de 2.5%
- 2.- se supone una generación per capita promedio de 0.8 k/d, creciente en 1% anual
- 3.- se supone una cobertura promedio de 80%, creciente en un 5% anual hasta alcanzar un 100%.
- 4.- se supone que las otras basuras en el 2000 suman 2.1 ton

Matrices secundarias por servicio

De la matriz general pueden derivarse posteriormente matrices secundarias de planificación

para cada uno de los servicios. Así por ejemplo se puede formular una exclusiva para los servicios de mercados o el de barrido, si es que el volumen de residuos justifica tener camiones exclusivos para estos servicios.

Matriz de recolección

Por ejemplo se puede derivar de la anterior una matriz para el servicio de recolección. En la matriz anterior, la última columna nos dice cuanta basura se producirá diariamente durante cada año del proyecto.

Por ejemplo si se cuenta con camiones que tiene una capacidad de recolección de 7.5 ton por turno, para el año 2000 necesitaremos 3 camiones. Si estos camiones son nuevos y su vida útil es de 7 años, tendrán una capacidad de recolección diaria de 22.5 ton, la cual será suficiente hasta el año 2004, cuando tendremos que comprar un nuevo camión para dar una capacidad de recolección de 30 ton/día que sería suficiente hasta el año 2012 si los camiones duraran. Sin embargo 3 de ellos deberán de sustituirse en el año 2007 por haber salido de su vida útil. Todo esto se puede ir colocando en columnas adicionales para ir planificando la recolección. Debe notarse que en ejemplo anterior no se calculó una reserva para emergencias por descomposturas, accidentes etc.

Con el ejemplo anterior se puede ver la utilidad de la matriz para planificar cada cuando debemos hacer inversiones en camiones, cuantos choferes y ayudantes necesitaremos cada año, cuantos camiones deberán tener presupuestado su mantenimiento. Es decir podemos planificar muy eficientemente nuestros servicios y tener los presupuestos anuales.

Matriz del Relleno Sanitario

Tomando como base la matriz general, se puede construir una específica para el relleno sanitario por ejemplo. A la matriz general se le agregaran tres columnas de volúmenes a las que llamaremos H, I y J. En la columna H calcularíamos el volumen diario de residuos que se recibirán en el relleno. Este dato nos serviría para calcular la celda diaria y sus medidas. Si por ejemplo la densidad de la basura en el relleno cuando se recibe es de 750 kg/m³, casilla H1 se calcularía dividiendo G1 entre el peso volumétrico en el relleno o sea 0.75:

$$H1 = G1/0.75 = 16.1/0.75 = 21.5 \text{ m}^3$$

Esto se haría para cada uno de los años. Con ese dato se sabrá el volumen de la celda diaria de basura, la cantidad de tierra necesaria para cubrirla, y el tipo de máquina necesaria para las operaciones de un relleno mecanizado, o el personal necesario para un relleno manual.

En la columna I, colocaríamos el valor de la basura generada en todo el año calendario multiplicando la producción diaria de basuras por 365 días y dividiendo entre el peso volumétrico asentado en el relleno, ya que la basura diaria sufre asentamientos, degradación biológica y otros que aumentan su peso volumétrico con el tiempo. Supongamos que este valor ha sido establecido en 850 kg/m³, entonces:

$$I1 = G1 * 365 / PV = 16.1 * 365 / 0.85 = 691 \text{ m}^3/\text{año}$$

En la columna J se colocarán los volúmenes anuales acumulados para conocer en cualquier año cuanto volumen habría avanzado nuestro relleno en cualquier momento.

Con estas tres columnas se podrá estimar año por año, el personal necesario, la maquinaria, el material de cobertura necesario, y se podrán establecer las áreas y volúmenes que se irán ocupando del relleno. Y lo más importante se podrá establecer el calendario de inversiones y los presupuestos de inversión y de operación para cada año.

Matrices para otros servicios

De manera similar, con un poco de ingenio se pueden formular matrices de planificación para cada uno de los otros servicios y proyectos como el reciclaje, el composteo, mercados, etc. Esto sobre todo en las ciudades grandes.

Para lo que sí es necesario establecer una matriz separada es para el manejo de los residuos de hospitales.

1.5. Manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

Se denomina manejo integral de los residuos sólidos urbanos al conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona, el destino global más adecuado desde el punto de vista ambiental, especialmente en lo concerniente a los aspectos de carácter sanitario y ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costo de tratamiento, posibilidades de recuperación y de comercialización y directrices administrativas en este campo.

La *cadena de eliminación de los residuos* comprende las siguientes actividades:

Almacenamiento y preparación

La acumulación de los residuos en uno o varios recipientes apropiados está a cargo de los usuarios, así como la colocación de los cubos de basura u otros depósitos delante de las viviendas o en los puntos de recolección, en la fecha y hora establecidas y en la forma que indiquen, dependiendo del tipo de recolección.

Recolección

Mediante vehículos especializados se realiza la operación de recogida y vaciado de todos los recipientes mencionados. Esta puede ser selectiva, convencional, o especial.

Limpieza y barrido

Consiste en el barrido y lavado de calles, aceras, mercados y sitios especiales, recogida de desperdicios y desechos peatonales (papeles, botellas, eyecciones animales, etc.), limpieza de parques, jardines, playas y otras áreas públicas. Incluye también la recolección y limpieza de papeleras.

Transporte

Se denomina transporte a la serie de movimientos no productivos que realiza un camión recolector, es decir a los realizados desde el momento en que termina la recolección casa por casa hasta que descarga en el relleno y regresa a ruta nuevamente. Cuando el relleno esta muy lejano esta operación se puede ver auxiliada por la centralización de los residuos en estaciones de transferencia que tienen grandes tractocamiones.

Tratamiento, reciclaje y compost

Estas operaciones están destinadas a realizar la transformación de los residuos en las mejores condiciones de higiene y de protección del medio ambiente. Los diversos procedimientos de tratamiento pueden ayudar a la mejora de los suelos agrícolas, a la producción de energía y a la recuperación de materias primas.

Aunque muchos de estos conceptos son ya conocidos, se hará una referencia a cada uno de ellos.

1.5.1. Almacenamiento y preparación de los residuos.

Esta fase comprende desde el momento de generación de los residuos al interior de una vivienda o local comercial/industrial hasta su presentación al personal de recolección, fase que también recibe la denominación de "manejo en origen".

El manejo intraedificacional o en la fuente corresponde al almacenamiento y tratamiento al interior de la unidad habitacional o comercial/industrial. Por su parte, el manejo periedificacional corresponde al almacenamiento o forma de presentación de los residuos al exterior de las respectivas unidades, a la espera de ser recolectados por los servicios de aseo.

A pesar de que esta fase no es de la absoluta responsabilidad de los servicios de aseo y escapa en alguna medida a su control, presenta problemas tanto de carácter sanitario como de eficacia y eficiencia para el sistema de recolección y transporte. De ahí que no deba soslayarse su importancia dentro de una visión integral de la gestión de residuos sólidos urbanos.

Al interior de las unidades habitacionales o comerciales/industriales, un mal manejo puede acarrear serios problemas sanitarios a quienes están en contacto directo o indirecto con los residuos. Las campañas de educación medioambiental con énfasis en el manejo intraedificacional de los residuos pueden cooperar a una minimización de tales problemas e incluso a que se realice una cierta recuperación y/o separación de residuos en origen.

En cuanto a la recolección de los residuos, uno de los problemas es el desorden que se observa por parte de los ciudadanos a la hora de entregar sus residuos para que los servicios municipales puedan retirarlos. Es por ello que cada municipio debe establecer Ordenanzas que contengan las prescripciones técnicas mínimas que obliguen a presentar los residuos en las condiciones higiénicas más idóneas, y en las horas y lugares previamente establecidos.

1.5.2. Fase de recolección-transporte.

Esta fase comprende el conjunto de operaciones de carga-transporte-descarga desde que los residuos son presentados periedificacionalmente hasta que son descargados por los vehículos recolectores en un punto de tratamiento, en una estación de transferencia o en el sitio de disposición final.

Lo normal es que la recolección sea realizada en camiones especialmente acondicionados para tal efecto. No obstante, en el medio rural es posible observar el uso de camiones no especializados, o bien, otros tipos de vehículos, tales como los carros y remolques, que son movidos por tracción animal o tractores.

En ocasiones, las exigencias económicas y medioambientales que obligan a transportar las basuras a distancias importantes, no hacen aconsejable que los vehículos de recogida convencionales realicen esta fase del servicio en forma completa. Su alto costo y especialización, así como el hecho de que requieran 3 o 4 personas para su operación obliga a reducir al máximo los tiempos improductivos. La solución habitual consiste en separar la función de recogida de la función de transporte, vaciando los camiones de recogida sobre camiones más grandes y más adecuados para el transporte a distancia de grandes volúmenes de residuos. Esta ruptura del sistema de recogida se efectúa en las denominadas *plantas de transferencia*.

La estructura más simple de una planta de transferencia se compone de una plataforma elevada en unos tres metros en relación con el nivel del suelo. Esta plataforma es accesible a los vehículos de recolección por medio de una rampa de acceso y sus dimensiones deben permitir la evolución de un vehículo de recolección. Los camiones de recogida vacían directamente sobre unas tolvas que por gravedad descargan los residuos sobre los contenedores de gran capacidad (25 a 50 m³).

Los compactadores fijos, ubicados en la base de la tolva, compactan la basura que cae en los contenedores, reduciendo el volumen de los residuos y aumentando la capacidad de carga de los contenedores.

Según se van llenando los contenedores, son evacuados por camiones provistos de dispositivos especiales para su manejo, y luego transportados al lugar de tratamiento.

El número de camiones necesarios es función de la distancia al lugar de tratamiento y del número de toneladas a evacuar.

En general, se estima necesaria la instalación de plantas de transferencia cuando se genera una cantidad de residuos importantes y la distancia de transporte de los residuos al lugar de tratamiento es superior a 15-20 km.

La fase de recolección-transporte representa entre un 60 y un 80% de los costos globales del manejo de RSU. Por su importancia económica debe ser planificada y administrada cuidadosamente, a lo menos en los siguientes aspectos:

Diseño de rutas de recolección
Frecuencia de la recolección
Horarios de recolección
Equipos
Personal

1.5.3. Fase de tratamiento y disposición final.

Se entiende por tratamiento y disposición de residuos el conjunto de operaciones encaminadas a su eliminación o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos. Los sistemas actualmente más utilizados son: el relleno sanitario, la incineración, el reciclado y el compostaje. Si bien aún es muy utilizado el vertido o vaciadero incontrolado para eliminar las basuras, éste no puede ser considerado un sistema de tratamiento, sino un simple abandono de las mismas.

El relleno sanitario consiste en la colocación de los residuos sobre el terreno, extendiéndolos en capas de poco espesor y compactándolos para disminuir su volumen. Asimismo, se realiza la cobertura diaria con material adecuado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental y para favorecer la transformación biológica de los materiales degradables.

En cualquier caso, hay que considerar que el relleno es un sistema complementario de cualquier otro tipo de tratamiento, puesto que todas las formas de tratamiento producen restos que hay que eliminar finalmente.

La incineración es un proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero determina una importante reducción de peso y volumen de las basuras originales.

La reducción de peso es aproximadamente del 70% y el volumen del 80 al 90% dependiendo fundamentalmente del contenido de fracciones de combustibles e inertes.

El reciclaje es un proceso que tiene por objeto la recuperación de forma directa o indirecta de los componentes que contienen los residuos urbanos.

Este sistema de tratamiento viene impuesto por el nuevo concepto de gestión de los residuos sólidos que debe tender a lograr los objetivos siguientes:

- Conservación o ahorro de energía.
- Conservación o ahorro de recursos naturales.

- Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar; y
- Protección del medio ambiente.

El reciclado puede efectuarse de dos formas. La primera consiste en la separación de los componentes presentes en las basuras, para su recuperación directa, dando así origen a lo que se conoce como "recolección selectiva". La segunda forma de efectuar el reciclado es partiendo de las basuras brutas, o sea efectuando un tratamiento global de los residuos sólidos urbanos mediante técnicas comunales de la industria minera y metalúrgica, tales como la trituración, cribado y clasificación neumática para lo concerniente a la preparación del residuo y separación de las fracciones ligeras; y sistemas de clasificación por vía húmeda, electromagnética, electrostáticos, ópticos y flotación por espumas para la obtención y depuración de metales y vidrio.

El **compostaje** es un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia o anaerobia de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas. Las bacterias actuantes son termofílicas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 y 70°C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto.

El proceso lleva consigo la separación manual o mecanizada de la mayor parte de los metales, vidrio y plásticos. La descomposición puede ser natural (al aire libre) o acelerada (en digestores). En el primer caso tiene una duración aproximada de tres meses y de 45 días en el segundo.

Como resultado del proceso de compostaje, el volumen de los desechos orgánicos puede verse reducido entre 50 a 85%. El producto terminado es una sustancia de color café oscuro denominado compost o en algunos lugares humus.

Puede considerarse el compostaje como un proceso de reciclaje en el que se recupera la fracción orgánica de los desechos, utilizándola en su condición de compost (acondicionador orgánico) en labores agrícolas. (Para mayor detalle ver numeral 5.4.4.)

1.5.4. Tendencias actuales en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos.

Los tres sistemas actualmente más utilizados para el tratamiento y la eliminación de las basuras son la incineración, el reciclaje y el relleno sanitario. Dada su incidencia sobre la organización del servicio y sobre los costos resultantes, se señalan algunas de sus principales características.

Una de las principales variables a tener en cuenta en la selección es la correspondiente a la composición de las basuras. Tal como se ha señalado en secciones anteriores, la producción y la composición de los RSU es consecuencia de los hábitos de consumo, a la vez que el nivel de desarrollo económico y el ingreso "per cápita" tiene una clara influencia sobre la calidad y cantidad de su producción total.

A ese respecto, debe destacarse la relativa estabilidad de una parte de los residuos resultantes - los orgánicos- tanto en volumen por habitante como en su propia composición, porque proceden de determinadas estructuras en la producción agraria que son muy difícilmente modificables: las condiciones climatológicas y edafológicas de un país son casi constantes.

A) Relleno sanitario o vertedero sanitariamente controlado.

Tal como se mencionó en la sección anterior, el relleno sanitario consiste en la disposición de las basuras en terrenos idóneos para ello, generalmente alejados de los núcleos urbanos, mediante su cobertura diaria con materia inerte y teniendo en cuenta un conjunto de medidas operativas de control y cuidados necesarios a tal fin. Exige superficies considerables generalmente alejadas de los núcleos urbanos, y su deficiente gestión puede ocasionar un impacto ambiental adverso.

Se define como relleno sanitario el método de ingeniería para la disposición de residuos sólidos en el suelo, de manera que se le dé protección al ambiente mediante el esparcido de los residuos en pequeñas capas compactándolas al menor volumen práctico y cubriéndolas con tierra al final del día de trabajo.

Los factores que controlan los procesos son: oxígeno, agua y temperatura.

A su favor presenta la facilidad de su puesta en operación, costos económicos reducidos y la posibilidad de absorber cantidades variables de residuos a tratar. La vida de la planta es función de su capacidad total y no de la duración del equipo industrial, como sucede en las otras técnicas. Además la disposición final es la última etapa del ciclo de los residuos sólidos, la cual no puede ser evitada ya que, independientemente del manejo y tratamiento que se les de, siempre existirá una parte por disponer, siendo el relleno sanitario el método adecuado para realizar dicha disposición.

B) Incineración.

Tal como se mencionó en la sección anterior, es el sistema industrial que utiliza la combustión de los residuos como forma de eliminarlos. Ha tenido un auge importante y una amplia extensión hasta el momento presente en países donde los sitios para rellenos sanitarios son escasos y muy caros, como Japón.

En su primera fase, las instalaciones recurrían a la utilización de combustibles auxiliares para alcanzar el grado térmico necesario al proceso de incineración. Conforme aumentó el nivel de vida y se incrementó la calidad de los productos residuales producidos, éstos permitieron su auto-combustión. Por esa razón, en gran parte, se eliminó el empleo de combustibles externos, pero aumentó la complejidad técnica de las instalaciones y, como consecuencia de ello, los costos necesarios de inversión. Sin embargo las instalaciones deben estar equipadas con un sistema de combustible auxiliar. (combustibles limpios como el gas natural y el gas propano sin azufre).

A priori, la incineración permite la ubicación de plantas de tratamiento en reducidas superficies y en zonas industriales cercanas a los núcleos habitados, esto último por tratarse de una actividad clasificada como industrial. Los costos de explotación son altos y el mantenimiento de las instalaciones cuidadoso y también costoso.

La flexibilidad de estas instalaciones para admitir cantidades variables de residuos es prácticamente nula. Exigen una esmerada gestión, ya que -de lo contrario- las deseconomías e impacto ambiental derivados de los humos y acumulaciones de basuras pueden ser considerables.

La instalación industrial está sujeta a averías y a la necesidad de detenciones periódicas de mantenimiento y revisión.

Por tanto, es necesario un sistema alternativo, generalmente el relleno sanitario, para el tratamiento de los residuos durante los periodos de detención de las instalaciones, así como para la evacuación de las cenizas y materiales inertes -escorias- producidas durante el proceso.

Exige también un aporte exterior de energía para el accionamiento de los equipos de alimentación, carga de hornos, ventilación, expulsión de humos, etc. A su favor, se ha preconizado la posibilidad que ofrece este tipo de instalaciones para la recuperación de energía en forma de aire, agua caliente, vapor o en forma de electricidad mediante accionamiento de una turbina por el vapor producido. Esto conlleva nuevas e importantes inversiones, sólo justificables en caso de plantas de elevada capacidad de tratamiento.

C) Reciclaje.

Es una denominación incorrecta desde el estricto punto de vista ecológico, ya que -en estricto rigor- sólo se devuelven al ciclo natural (se "re-ciclan") las materias orgánicas recuperadas a través del compost o abono orgánico. Para el resto de las materias serían más adecuadas las denominaciones "separación de materiales", "recuperación" o "reutilización". En todo caso, a lo largo del presente manual se hará referencia indistintamente a ellas como sinónimos del mismo concepto: el aprovechamiento de los materiales presentes en las basuras, para su posterior inserción en el circuito de producción industrial (los productos de origen industrial), o en el ciclo de producción agrícola (las materias procedentes de la agricultura tratadas para producir compost).

Las plantas de reciclaje, especialmente las de simple compostaje, han tenido un relativo auge en los países desarrollados. No obstante, el proceso seguido por las instalaciones de este tipo ha estado lleno de incidencias, debido a su dependencia económica del mercado fluctuante de subproductos y a que precisan de una acción comercial para la venta de este reacondicionador orgánico de suelo.

El fracaso de algunas experiencias ha tenido su origen en la errónea consideración del reciclaje como producción. Es decir, ha habido una equivocación en las perspectivas, al esperar que con el producto de la venta se cubrirían los costos e incluso se obtendrían beneficios.

Este tipo de plantas requieren también superficies importantes en zonas no excesivamente

alejadas de las aglomeraciones urbanas, y su implantación sólo parece posible en proximidad a los núcleos consumidores de los productos obtenidos (especialmente el "compost", por la incidencia que el costo de transporte puede alcanzar sobre el precio final de venta del producto).

Como instalaciones industriales, están también sujetas a paros y averías y su gestión debe ser cuidadosa, pues de lo contrario la degradación en el entorno de una de estas plantas puede ser muy pronunciada. Debido a las fluctuantes condiciones de mercado, no es fácil mantenerlas operando con utilidades.

Las inversiones necesarias son limitadas, salvo que se utilicen tecnologías complejas, en cuyo caso, además de la fragilidad funcional subsiguiente, los costos pueden llegar a ser muy altos. Otro inconveniente importante es el ocasionado por la recolección no selectiva en bolsas de plástico, cuya consecuencia principal es la producción de rechazos, conjunto de materiales no aptos para el compost ni para la reinserción industrial. Este rechazo -variable según el nivel tecnológico de la instalación-, puede estar formado principalmente por plásticos, cauchos, gomas, tierras, cenizas, etc. En sí, es prácticamente inerte, por lo que puede fácilmente recurrirse a su vertido, lo cual lleva consigo la necesidad de un relleno auxiliar. También es fácilmente combustible, por lo que puede recurrirse a su incineración para eliminarlo, con la posibilidad subsiguiente de utilizar el calor producido para procesos industriales complementarios a la planta de reciclaje.

Las posibles deseconomías producibles pueden derivarse de tres grupos de factores: falta de operatividad tecnológica, deficiente solución comercial en la venta de los productos obtenidos y deficiencias de gestión administrativa.

En conjunto, el reciclaje ofrece ventajas derivadas del aprovechamiento de materias primas, economía energética, uso racional de recursos naturales, devolución al campo de su riqueza orgánica, etc.

El reciclaje como sistema puede tener poca capacidad para los subproductos industriales. Queda siempre el interés innegable de recuperar el contenido orgánico presente en los residuos para conseguir su retorno al sector agropecuario, con lo que se podría reducir en algo el proceso de agotamiento y erosión de las tierras de cultivo. No siendo un abono es limitado el ahorro derivado de la menor utilización de fertilizantes minerales.

Los procesos industriales de reciclaje suponen además un consumo energético a tener en cuenta. Cuando mayor sea la fracción de subproducto a recuperar, mayores y más sofisticados serán los medios necesarios para su recuperación. De ahí que únicamente se justifique la recuperación cuando la diferencia de calidad con las materias primas originales quede compensada por la diferencia de precio.

Cuadro 1.26 Tendencias mundiales del tratamiento y disposición final.

Porcentajes de tratamiento o disposición final (90)
--

País o región	Relleno sanitario (o basurero)	Combustión	Compost
Estados Unidos	80	19	<1
Japón	30	70	2
Alemania	70	30	3
Francia	55	40	9
Suiza	20	80	-
Suecia	40	55	5
España	80	15	5
América Latina	98	<1	<1

FUENTE: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental N° 15.

Cuadro 1.27 Tratamiento de los RSM en algunas ciudades.

Ciudad	Relleno sanitario (*)	Incineración	Compostaje	Reciclaje en planta	Otros tratam.	Financiación del tratamiento
Sao Paulo	94 %	1,1 %	4,5 % (500 t/día) precio: \$0.50/t	0,4 %	-	subsidiada
Río de Janeiro	81 %	-	900 t/día precio: \$8.00/t	4 %	-	subsidiada
Brasilia	73 %	1 %	13%	3 %	-	subsidiada
México	92 %	inactiva	producía 200 t/día sin precio, no se vendía	7%	-	subsidiada (antigua planta compost de 750 t/día fue cerrada)
Montevideo	99 %	< 1%	-	-	-	subsidiada
Cali	90 %	-	70 t/día us\$ 24/t	-	-	subsidiada
La Habana	100 %	-	-	-	plantas para procesar alimento para cerdos	sin información
Asunción	100 %	-	-	-	-	subsidiada
Santiago de Chile	100 %	-	-	-	recuperar el biogas	

(*) Algunos son sólo rellenos controlados.

FUENTE: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental N° 15.

OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos. SIMRU. 1996.

Cuadro 1.28 Datos sobre los rellenos sanitarios en algunas ciudades.

Ciudad	Calidad del relleno (método)	Proporción rellena de lo recolectado	T/día relleno	Número relleno	Ventilan biogas	Utilizan biogas	Costo relleno \$/t
México, D.F.	bueno (área)	50 %	5.000	1	si	no	4.00 (op.)
Lima, Perú	bueno (área)	30 %	1.500	2	si	no	4.00 (op.)
Río de Janeiro, Brasil	bueno (área)	81 %	5.500	3	si	si	12.00
Sao Paulo, Brasil	bueno (área)	94 %	11.800	3	si	no	6.00
Santiago, Chile	bueno (área)	100 %	4.600	2	si	si	6.00
La Habana, Cuba	bueno (area)	80 %	1.500	2	no	no	--
Caracas, Venezuela	bueno (área)	100 %	3.400	2	si	no	-
San José, Costa Rica	bueno (área)	100 %	500	1	-	no	2.90
Bogotá, Colombia	bueno (área)	100 %	4.200	1	si	no	2.70
Buenos Aires, Argentina	bueno	100 %	9.600	5	si	no	10.00
La Paz, Bolivia	bueno	100 %	350	1	si	no	-
Medellín, Colombia	bueno	100 %	750	1	si	no	-
Guayaquil, Ecuador	bueno	100 %	1.400	1	si	no	2.20
Rosario, Argentina	regular	100 %	700	1	-	no	-
Brasilia, Brasil	regular	75%	1.100	1	-	no	-
Curitiba, Brasil	bueno	100 %	1.300	1	-	-	-
Monterrey, México	regular	100 %	2.400	1	ni	no	-
Trinidad y Tobago	regular	100 %	1.200	3	si	no	5.40

FUENTE: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental N° 15.

OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU. 1996.

Exposiciones del XXV Congreso de AIDIS en México. 1996.

NOTA: op. = Costos de operación sin amortización

Tot = costos de operación con amortización

Cuadro 1.29 Información nacional sobre rellenos sanitarios en algunos países de América Latina y el Caribe.

País	Información sobre rellenos sanitarios
Argentina	Existen 5 rellenos sanitarios ubicados en el área metropolitana de Buenos Aires y uno en Córdoba.
Brasil	Se estima que apenas 3% de 40 mil toneladas recolectadas diariamente tienen una disposición final adecuada.
Chile	El 83% de lo recolectado en 184 ciudades del país se dispone en rellenos sanitarios.
Colombia	Con excepción de medellín y bogotá no hay rellenos sanitarios en el país.
Costa Rica	No hay rellenos sanitarios en el país.
Ecuador	Hay un relleno sanitario en guayaquil y rellenos controlados en quito.
Guatemala	No hay rellenos sanitarios en el país.
México	Se estima que solo hay 10 a 15 rellenos sanitarios en el país, incluidos 2 rellenos en el distrito federal.
Perú	No hay rellenos sanitarios en el país.
Trinidad y Tobago	En trinidad hay 3 rellenos controlados y en tobago hay un relleno controlado.
Uruguay	No hay rellenos sanitarios en el país.
Venezuela	En 11 zonas de estudio, que abarcan 38 municipios servidos incluida el área metropolitana de caracas, no hay ningun relleno sanitario.

FUENTE: "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Guido Acurio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira, Francisco Zepeda, BID/OPS; 1997).

Cuadro 1.30 Datos sobre reciclaje en algunas ciudades de ALC.

Localidad o ciudad (año)	Reciclaje (1) (%)	Costo T basura (2)	Costo rec. T recic, (3)	Tipo de reciclaje	Valor T recic(4)	Comentarios
Sao Paulo (94)	0.4	26	460	dom. separada	50	programa piloto
Buenos Aires (94)	-	24	200-500	conten. de acopio	55	programa piloto
Cali (94)	4	25	70	dom. separada	50	programa piloto
Lima (96)	7.0			informal		
Santiago de Chile (96)	4.0			separada		
México (7 ciudades)	0.5	-	-	informal	90	programa piloto
Ciudad Juarez (84)	2.4	-	-	-	-	-
Bello Horizonte (94)	5.0	-	200	dom. separada	-	-

(1) Residuos recuperados relación residuos generados (%)

(2) Costo por t. de RSM recolectado en US\$

(3) Costo de recuperación por t reciclable en US\$

(4) Valor en el mercado por t reciclable en US\$

FUENTE: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental N° 15.

Cuadro 1.31 Métodos de manejo de desechos en establecimientos de atención de salud en ciertos países

País	Zona	Hospitales públicos	Hospitales privados	Otros servicios de salud
Argentina	Nacional	in (20%), al (38%), ot (42%)		
Bolivia	La Paz	rs	rs	rs
	Cochabamba	rs	rs	rs
	Santa Cruz	in, rs	rs	nd
Brasil	Sao Paulo	in + rs (59%), ot (41%)		
	Bahía	rs	-	-
	Río de Janeiro	in, rs	-	in
Colombia	Bogotá	in, rs	in, rs	-
Cuba	Cienfuegos	in, rs, al ¹	-	-
Chile	Metropolitana	in ² (41%), ot (59%)	in (38%), ot (62%)	
Ecuador	Nacional	nd	nd	nd
Guatemala	Metropolitana	ot	ot	ot
Guayana	Nacional	in (10%), rs (90%) ³	in	-
Jamaica	Kingston	in ⁴ (25%) ³ , rs, al	in (50%), rs, al	rs, al
México	Zmcc	rs, ot	rs, ot	rs, ot
	Monterrey	in, rs	in, rs	in, rs
	Guadalajara	in (5%), rs	nd	-
Nicaragua	Managua	in, rs, al	in, rs, al	rs
Paraguay	Asunción	in	in	rs, ot
Perú	Nacional	in (3%) ³ , rs, ot	in (3%) ³ , rs, ot	rs, ot
Trinidad y Tobago	Nacional	in ⁴ , rs	in ⁴ , rs	-
Uruguay	Nacional	in	in	-
Venezuela	Caracas	in (40%) ³ , rs	in (31%) ³ , rs	-

AL : Eliminación al aire libre OT : Otro (no especificado)
 IN : Incineración ND : No existen datos
 RS : Relleno Sanitario - : No existe

NOTAS

- El tratamiento o eliminación se basa en la clasificación de los desechos.
 IN: materiales clínicos y objetos punzocortantes; RS: desechos anatomopatológicos;
 OA: desechos comunes.
- En forma similar a Cuba, el tratamiento se lleva a cabo tomando como base la clasificación de desechos:
 IN: Residuos infecciosos, en promedio 40% de los desechos; OT: los desechos restantes se llevan a la caldera del crematorio o al tranque gestor del cementerio.
- Calculado sobre la base del número de hospitales.

4. Inclinación a temperatura baja.

FUENTE: OPS. Desechos peligrosos y salud en América Latina y el Caribe. 1994. Serie Ambiental N° 14.

1.6. Problemática ambiental de los RSU.

Los problemas de eliminación de los residuos pueden ser observados desde los tiempos en los que los seres humanos comenzaron a congregarse en tribus, aldeas y comunidades. Así, la acumulación de residuos llegó a ser una consecuencia de la vida. El hecho de arrojar comida y otros residuos sólidos en las ciudades medievales -la práctica de tirar los residuos a las calles sin pavimento, carreteras, y terrenos vacíos- llevó a la reproducción de ratas, propiciando plagas como la peste bubónica.

La falta de planes de gestión de los residuos sólidos colocó al mundo bajo riesgo de epidemias. Un claro ejemplo es la peste denominada "muerte negra", que mató a la mitad de los europeos del siglo XIV, causando muchas epidemias subsiguientes con altos índices de mortalidad. No fue sino hasta el siglo XIX, cuando las medidas de control de la salud pública pasaron a tener una consideración vital para los funcionarios públicos, quienes empezaron a darse cuenta que los residuos de comida debían ser recogidos y eliminados de una forma sanitaria para controlar la proliferación de forma nociva.

La relación entre la salud pública y el almacenamiento, recolección y evacuación inapropiados de residuos sólidos, está muy clara. Las autoridades de la salud pública han demostrado que las ratas, moscas, y otros transmisores de enfermedades, proliferan en vertederos incontrolados, tanto como en viviendas mal construidas o mal mantenidas, en instalaciones de almacenamiento de comida, y en muchos otros lugares donde hay comida y cobijo para las ratas, y los insectos asociados a ellas. El Servicio de Salud Pública de los EE.UU. (USPHS) ha publicado los resultados de un estudio, relacionando 22 enfermedades humanas con la gestión incorrecta de residuos sólidos.

A través de los años, el medio ambiente (agua, aire, suelo) ha sido el recipiente de todos los productos de desechos resultantes de las actividades humanas. Mientras estos desechos fueron depositados en el medio ambiente en pequeñas cantidades y en forma dispersa, el medio receptor fue capaz de asimilarlos sin sufrir daños o cambios irreversibles, mientras tuvo la capacidad y el tiempo suficientes para inactivarlos, absorberlos, dispersarlos o estabilizarlos. Como consecuencia, el daño causado resultó relativamente limitado y, en general, los recursos afectados fueron capaces de recobrar la mayoría de sus características originales.

Durante las últimas décadas, la población rural ha venido emigrando en número creciente a los centros urbanos, sumándose a esa migración el incremento vegetativo de la población urbana en sí, lo que ha dado como resultado una concentración demográfica en áreas relativamente reducidas y, en consecuencia, una sobreproducción de residuos. Tanto debido a la cantidad,

como a la manera en que los desechos han sido depositados en el medio ambiente de las áreas urbanas, éste no ha podido absorber el impacto de la sobrecarga, generándose un deterioro paulatino, irreversible en algunos casos. Los daños sociales y económicos a consecuencia de esta producción y eliminación indiscriminada de desechos ha llegado a tener tal magnitud, que actualmente son considerados como problemas de primer orden que requieren atención y medidas inmediatas para su control y su solución a corto, mediano y largo plazo.

Así es como en las grandes urbes, los problemas relativos a la contaminación y deterioro generalizado del medio ambiente son ya considerados, tanto o más apremiantes que los del aprovisionamiento de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, transporte y vías de comunicación, ya que la ausencia de un medio ambiente adecuado conduce a que los servicios mencionados se conviertan en actividades irrelevantes para una comunidad con problemas de supervivencia.

En áreas de desarrollo económico reciente -lo que incluye a gran parte de Latinoamérica- los centros urbanos han debido enfrentar los problemas derivados del crecimiento acelerado de la población, agudizado particularmente por una desproporcionada afluencia de la población rural hacia las ciudades.

El vertido, como simple acumulación o abandono de los residuos en espacios destinados a tal efecto, ha sido y es la forma más utilizada para apartar las basuras de los núcleos de población.

Inicialmente el sistema quizá haya partido del principio de que dichos residuos, situados en espacios alejados de los centros urbanos, puedan experimentar de forma primaria un reciclaje natural. Aquí cabría hacer la diferenciación entre materiales residuales que provienen del consumo doméstico (que son recogidos y reciclados a través de la actividad agraria) y otros productos cuya naturaleza los hace impropios para ser aprovechados por los agricultores. Fueron estos últimos productos, precisamente, los que dieron origen a los vertederos.

Esta forma de eliminación es origen de graves atentados contra el entorno, no sólo entendidos como degradación del medio en las proximidades de los vertederos, sino como causa de grave impacto ambiental a mayores distancias. La relación de posibles efectos de deterioro del medio ambiente, ocasionados por los vertederos, se cita más adelante.

A esta forma de tratamiento de los residuos, la denominaremos vertido incontrolado, en contraposición al controlado. El crecimiento de las aglomeraciones urbanas ha ocasionado la subsiguiente dificultad: disponer de terrenos hábiles para ese vertido incontrolado de los residuos. El incremento de la tasa de producción de basuras por habitante y día, así como la disminución de la densidad de las mismas, han generado mayores cantidades y volúmenes de materiales residuales a eliminar.

Este efecto condiciona todavía más la disponibilidad de espacios aptos para el vertido, a la par que contribuye a agotar los existentes.

Por otro lado, el crecimiento industrial ha generado nuevas e importantes masas de residuos que también es preciso evacuar.

Residuos que, bien sea por la limitación volumétrica de los centros de vertido, o por la peligrosidad manifiesta de algunos de ellos, se han visto sistemáticamente rechazados en los vertederos.

Este hecho y la inexistencia de áreas de vertido habilitadas para la entrega organizada de este tipo de residuos, han extendido la malsana práctica de lo que se viene denominando vertidos salvajes, entendidos como la simple deposición de los residuos, sólidos o no, (gran parte de las veces de procedencia industrial o asimilables) en cualquier espacio y de cualquier forma.

Esta situación se ha visto favorecida por otras circunstancias que parece conveniente señalar, entre ellas la inexistencia de áreas de vertido habilitadas -ortodoxamente o no- para la entrega organizada de estos tipos de residuos.

En muchas ocasiones este tipo de vertido disperso e incontrolado da origen al denominado microvertedero incontrolado.

En muchos países, existe un grave vacío legal en materia de protección ambiental. Nótese la laguna legal que implica la arbitraria figura de la responsabilidad sobre los efectos de los residuos que queda trasladada al transportista, una vez que éste ha efectuado la operación de recogida y carga de su vehículo, con lo que el industrial puede desentenderse de las consecuencias últimas que puedan generar los residuos por él producidos.

Esta práctica sirve además de amparo para el vertido también salvaje de restos de la construcción y derribos, detritus de fosas sépticas, desechos agro-ganaderos y también de las propias basuras domiciliarias.

La consecuencia es el grave deterioro ambiental del entorno, -estético y también sanitario-, que no es tan poco frecuente contemplar en los alrededores de los núcleos de población.

Uno de los posibles efectos del vertido no controlado de residuos es la contaminación de aguas subterráneas, como consecuencia de su contacto con líquidos producidos en el vertido. Esta puede ocasionarse porque los propios líquidos de lixiviación de la masa vertida alcancen a las aguas subterráneas o por la percolación producida por las aguas superficiales -generalmente de lluvia- que, una vez han atravesado el vertido, entran en contacto con corrientes subterráneas. También puede deberse a la elevación del nivel freático, que hace que las aguas subterráneas se contaminen por contacto directo con los residuos o con los lixiviados. Este tipo de daños puede ser especialmente importante en aquellas aglomeraciones urbanas que se surten de captaciones profundas de agua, o zonas agrícolas que emplean para riego aguas de pozo. La contaminación de aguas superficiales ordinariamente es más ocasional y se ve disminuida por su mayor volumen de dilución.

El gas metano producido como consecuencia de la fermentación anaerobia de la materia orgánica contenida en las basuras, con una buena práctica de vertido, debe emigrar al exterior, pero puede acumularse en bolsas, lo cual supone un peligro potencial tanto para el vertedero (riesgo de incendio o de explosión) como para las edificaciones situadas en su proximidad.

A este riesgo de incendio debe añadirse la práctica habitual de encender las basuras para reducir su volumen y aprovechar así intensivamente los espacios disponibles para el vertido. La cremación, sea cual fuere su origen, comporta ordinariamente la emisión de humos y gases tóxicos, cuando no irritantes y malolientes, cuya extensión en la atmósfera produce impacto hasta distancias considerables.

El problema es especialmente serio si las materias en combustión contienen metales pesados y caucho. Además, en condiciones de inversión térmica, la inmisión de humos en la atmósfera, puede contribuir a la formación de nieblas que se acumulen sobre las vías de comunicación.

Desde el punto de vista estético cabe tener en cuenta la observación de un comité de expertos de la OMS: "La riqueza material no basta para asegurar un bienestar mental y social del hombre. Le hace falta también un medio físico donde pueda llevar una vida agradable y tranquila. Los detritus de que están alfombradas las ciudades y los campos, constituyen uno de los más flagrantes atentados a la belleza del ambiente".

En síntesis, los principales problemas medioambientales de los RSU son:

La proliferación de vectores (roedores, insectos, gusanos, etc.), agentes portadores de enfermedades.

Emanación de olores, como resultado de la descomposición de materia orgánica.

Contaminación de aguas superficiales y subterráneas por líquidos provenientes de la descomposición de los residuos.

Deterioro estético, como resultado de la presencia y/o acumulación de residuos en lugares inadecuados.

Todos estos problemas constituyen costos para la sociedad, que de una manera u otra afectan a cada uno de los ciudadanos de un país.

1.7. Problemática económica de los RSU.

Varios estudios de nivel mundial indican que la generación de RSU está positivamente relacionada con el ingreso per cápita, lo que seguramente refleja el impacto neto de varias relaciones implícitas, tales como los efectos del ingreso sobre el consumo, la distribución de consumo entre bienes y servicios y la demanda por calidad ambiental.

Como señalan *David N. Beede y David E. Bloom* en su artículo "The Economics of Solid Waste" (en "The World Bank Research Observer", volumen 10, número 2, agosto 1995):

"La calidad ambiental es probablemente como muchos de los bienes: los hogares de altos ingresos probablemente exijan más que los hogares de bajos ingresos y estén dispuestos a pagar más por ello. Además, la complejidad y distancia (en tiempo o espacio) de la salud y las implicaciones estéticas del aire, tierra, y la agua de baja calidad hacen probable que los hogares con mayor educación tengan más fuertes preferencias por la calidad ambiental. Esto refuerza

el efecto del ingreso sobre la demanda por calidad ambiental porque los ingresos más altos se encuentran asociados con niveles más altos de educación (Baumol y Oates 1988).”

“La asociación positiva entre ingreso y generación de RSU puede reflejar también el efecto neto de los salarios más altos sobre la cantidad de desechos producidos por las actividades hogareñas. Los salarios más altos se asocian normalmente con una valorización más alta de tiempo y por lo tanto con compras mayores de alimentos preparados, que generan más desechos de empaque y menos derroche de trozos alimentarios, menos uso de carbón o madera para calentar y cocinar (que generan cenizas) y mayor confianza en la electricidad o el metano, y menos esfuerzo dedicado a reciclaje de residuos para ganancia pecuniaria personal.

Así, los salarios más altos afectan no solamente la cantidad de RSU que se genera, sino también su composición y el grado en el que los hogares procesan los residuos antes de desecharlos.”

“Una cantidad de variables de precio también influyen los comportamientos que afectan la generación, composición, y gestión de RSU. Estando todo lo demás igual, los mayores precios de mercado ofrecidos por reciclables crean los incentivos para hogares y firmas para reunir, limpiar, y transportar los materiales extraídos desde la basura para la venta y reutilización.

El precio que debe pagarse para la eliminación de la basura también afecta las acciones de hogares y firmas. Por ejemplo, los residentes de Seattle, Wash., pagan una tarifa por cada tarro de basura normalizado que ellos presentan para la recolección. Esto ha conducido al “pisoteo Seattle”, ya que los residentes tratan de comprimir tanta basura como sea posible en un tarro para minimizar sus costos de recolección (Richards 1993). En los países en vías de desarrollo, las opciones menos costosas para la eliminación de basura -tirarlas en espacios públicos o quemarlas en espacios abiertos- son frecuentemente las más populares (Bartone y Bernstein 1993). Aunque baratos desde el punto de vista de desembolso y de efectos ambientales para aquellos que queman o arrojan la basura, estos actos pueden imponer grandes costos sobre la sociedad. Pueden ocasionarse problemas estéticos, ambientales y de salud, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas. La contaminación del abastecimiento de agua ocasionada por la descarga de basuras en fosas no demarcadas ni selladas y la contaminación del aire producida por la quema de basuras en los sitios de descarga o en toscos incineradores pueden ocasionar también problemas urgentes de limpieza y salud, particularmente si los RSU contienen materiales peligrosos. Sin un reembolso, los hogares individuales no tienen incentivos para escoger una forma de disposición de basuras más costosa pero menos dañina para la sociedad.

Es muy difícil recolectar pagos voluntarios desde otros hogares que se benefician de los mejores métodos de eliminación, porque la regulación privada del uso de propiedad común es dura para controlar e imponer. Además, aun cuando el mercado para la gestión de servicios reflejase la disponibilidad de personas que viven hoy para pagar por la calidad ambiental, esto no reflejaría las preferencias de las futuras generaciones que serán forzadas a sostener los costos de prácticas actuales de gestión.

Los hogares y las firmas a las que se deje usar dispositivos o recursos propios pueden cosechar los beneficios de evitar inversión en una eliminación de residuos medioambientalmente sana, pero ellos dejan un legado de daño mucho mayor a las futuras generaciones.”

La vida en comunidad conduce a que las personas o las familias no tengan plena libertad para decidir cómo manejar los residuos que generan, ya que un manejo beneficioso para algunos puede implicar costos a otros miembros de la comunidad (externalidades negativas).

A pesar de que sería posible una cierta concertación entre las distintas familias que conforman una comunidad para manejar en conjunto sus residuos, no se espera que de tales decisiones se alcance el mínimo costo social. Además, los residuos sólidos urbanos no son sólo domiciliarios. De ahí que lo habitual es que el Estado asuma la responsabilidad de la gestión de residuos sólidos urbanos, sea por cuenta propia o mediante servicios de terceros

Además, los recursos de propiedad común y las externalidades intergeneracionales crean los incentivos para hogares y firmas a subconsumir servicios en el mercado privado para la gestión de RSU. Debido a que los beneficios de algunos tipos de gestión de RSU a hogares y firmas son inferiores a los beneficios para la sociedad, las intervenciones óptimas de gobierno son aquellas que logran acoplar lo más estrechamente posible los incentivos privados y sociales para la eliminación de RSU.

En general, las entidades estatales más directamente involucradas con la gestión de los RSU son los Ministerios o Secretarías de Salud y Medio Ambiente, a través del organismo respectivo y las autoridades locales.

Estos organismos gubernamentales deben cooperar con la función legislativa en el dictado de normas sanitarias relacionadas con la recolección, transporte y tratamiento de los RSU y constituirse en el principal elemento fiscalizador de su cumplimiento e -idealmente- actuando además como un organismo de apoyo a la gestión que realizan las autoridades locales en estos aspectos.

Las autoridades locales, específicamente los municipios (ayuntamientos, en otros países) deben ocuparse de la gestión operativa de los residuos sólidos en sus fases de recolección-transporte y tratamiento, sin perjuicio de que puedan entregar la totalidad o parte de ellas en concesión a particulares, o bien, realizarlas en conjunto con otros municipios.

Con el objeto de financiar los costos de recolección y tratamiento de los residuos, los municipios cobran generalmente una tarifa o tasa a las familias y a los locales comerciales/industriales, la cual se percibe simultáneamente con determinados impuestos. Además, los municipios fijan un canon especial por concepto de recolección y eliminación de los residuos de origen comercial o industrial que excedan un determinado volumen mínimo.

1.8. Instrumentos regulatorios y económicos.

1.8.1. Introducción a los instrumentos regulatorios.²¹

En una comunidad organizada, le corresponde a la autoridad decidir cómo enfrentar la recolección, transporte y disposición final de la basura. No obstante, en términos generales, las autoridades latinoamericanas han considerado el manejo de los desechos producidos por los ciudadanos como una tarea necesaria, pero de carácter secundario, lo que ha conducido a una reducida aplicación de recursos financieros y de tecnología para atender las exigencias urbano-ambientales.

La creciente formación de megalópolis constituidas por varias ciudades independientes, ha acrecentado especialmente los problemas de disposición final de los RSU, por cuanto la escasez de lugares de vertido ha dificultado la práctica corriente de transportar los desechos fuera de los confines de las ciudades y eliminarlos en forma expedita y con gastos mínimos, en lugares frecuentados y fuera de la vista del público.

La alternativa de retener los desechos dentro de los límites urbanos es poco satisfactoria, ya que en términos generales la tierra tiene gran demanda para otros usos más lucrativos. Por su parte, el vertido fuera de tales límites implica recorrer distancias cada vez mayores. Asimismo, existe una competencia cada vez mayor de parte de distintas ciudades por los escasos lugares de vertido disponibles.

A pesar de las mayores inversiones que deben realizarse para un eficaz manejo integral de los RSU, éstas debieran justificarse al compararlas con los costos económico-sociales de una inadecuada disposición final.

Los beneficios económico-sociales de un mejor manejo integral no sólo se observarían en los aspectos propiamente sanitario-ambientales (reducción de enfermedades, mejoramiento de la calidad de las aguas, reducción de olores y mejoramiento estético), sino también en otros de carácter propiamente económicos como -por ejemplo- la recuperación de tierras. Además, es de importancia considerar que estos beneficios estarían disponibles tanto para las generaciones actuales como para las futuras.

Como parte de la gestión ambiental la gestión de residuos se desarrolla, utilizando una gama de instrumentos de diferentes enfoques y características. Los instrumentos económicos¹ constituyen un complemento indispensable en el análisis del sistema, siendo posible lograr con ellos importantes incrementos de eficacia en la gestión ambiental. Sin embargo, es necesario decir que estos instrumentos actuando de manera aislada carecen de eficacia.

Los instrumentos de regulación o instrumentos de orden y control, se han utilizado con mucha frecuencia en las políticas ambientales. Se trata fundamentalmente de herramientas sociales

²¹ Para mayor información ver: CEPAL: Gestión Ambientalmente Adecuada de Residuos Sólidos. Un Enfoque de Política Integral. Capítulo VIII *Aspectos Económicos de la Gestión de Residuos*, 1997, Página 355. Programa de desarrollo sustentable. centro de análisis de políticas públicas. Universidad de Chile: Sustentabilidad Ambiental del Crecimiento Económico Chileno. Capítulo III, *Instrumentos de regulación ambiental en Chile*, Raúl O'Ryan y Andrés Ulloa, 1997, Página 285

para regular el deterioro ambiental generado por diversos agentes, y tiene que ver con la responsabilidad del estado de impedir que ciertos grupos con mayor poder avancen sobre los derechos de otros en cuanto a disfrutar de un medio ambiente limpio.

1.8.2. Tipos de instrumentos regulatorios.

Existen diversas tipologías para estos instrumentos. Una de ellas es la de Herrera, Consuelo (1994), "Instrumentos económicos para la política de gestión de residuos en la municipalidad de Quito, Ecuador", CEPAL, Santiago. Y cuyo resumen presentamos a continuación:

Estándares y normas

Herrera los define como límites pre-establecidos para el uso de las capacidades y funciones del medio ambiente, pueden tener características medioambientales, tecnológicas, de rendimiento, de productos y procesos. Es necesario formular una consideración en cuanto al concepto de contaminación cuando cierta capacidad de absorción o asimilación de emisiones por parte de un medio, es superada por la cantidad generada de tales emisiones, con un daño para esa capacidad. En términos económicos, el daño ambiental se produce cuando debido a la degradación del medio se producen costos que influyen de forma directa sobre la economía.

Los estándares se dividen en dos grandes grupos: de emisión e inmisión, dependiendo de la unidad operativa sobre la que se trabaja, sea industria emisora o un área receptora de tales emisiones.^{3/}

De manera simplificada presentamos una categorización de los estándares:

Estándar de calidad ambiental: protección de la calidad del aire y agua.

Estándar de efluentes y emisiones: cantidades medias o máximas de descarga en un cuerpo de agua o atmósfera.

Estándar tecnológico: identifica la tecnología para cumplir con los estándares de calidad ambiental.

Estándar de rendimiento: cantidad de contaminantes que se pueden descargar y controlar antes de la descarga.

Estándar de producto: límite legal a la cantidad de productos contaminantes que pueden descargarse en las aguas y atmósferas. Se trata de composición, propiedades, métodos de prueba, etc.

Estándar de proceso: instalaciones fijas, normas constructivas y de explotación.

Permisos, cuotas y licencias

Los permisos, las licencias y otro tipo de autorizaciones son herramientas importantes para el control de la contaminación, la utilización de los recursos naturales y el manejo y disposición

^{3/} Herrera, Consuelo "Instrumentos Económicos para la Gestión de Residuos en la Municipalidad de Quito, Ecuador" (CEPAL, 1994).

final de los residuos. En general deben estar respaldados por estándares de calidad de aire y agua. Estos instrumentos en ocasiones suelen estar basados en consideraciones económicas relativas a los límites posibles de utilización de determinados recursos, y se los suele presentar como opciones frente a instrumentos económicos que no son de mercado.

Reglamentos para el uso del suelos y aguas

Determinados procedimientos de control del uso del territorio pueden servir para limitar o controlar proyectos de energía, explotación de recursos naturales, uso de recursos hídricos y otras actividades, determinando asimismo los usos potenciales del territorio.

Estas reglamentaciones son conceptualmente diferentes de las actividades de control y fiscalización, que son tareas más bien administrativas y legales teniendo como instrumentos las sanciones, multas, clausuras, etc., según corresponda a lo establecido para el incumplimiento de las disposiciones.

Sistemas de garantía de calidad

Actualmente entre las exigencias de calidad se pueden incluir las exigencias medioambientales, debido a diversas situaciones que ha llevado a su consideración dentro de cualquier estudio de calidad.

Un circuito de retroalimentación que facilite la obtención permanente de la calidad dentro de la actividad o producto es indispensable, destacando cinco elementos principales: Organización y responsabilidades documentadas; procedimientos escritos y válidos para quién ejecuta las actividades; verificación de que los requisitos de calidad hayan sido alcanzados; registros de la obtención de la calidad; monitoreo periódico tanto externo como interno.

Experiencias de regulación.

Experiencias en estándares:

Los estándares de calidad de las aguas subterráneas y superficiales y del aire han sido ampliamente utilizados por países como Brasil, Colombia, México y Venezuela. Para el control de la contaminación de la atmósfera se han establecido dos niveles de normas. Uno para proteger la salud humana y otro para el bienestar general.

Los estándar de emisiones se refieren a las emisiones máximas permisibles para fuentes fijas, es decir, fábricas, centrales eléctricas, refinerías, incineradoras, chimeneas, etc.

Para el control de sustancias peligrosas, algunos países utilizan normas y controles de productos, así para el manejo de desechos peligrosos, se emplean diversos tipos de normas técnicas operacionales que cubren a generadores y transportadores de desechos peligrosos. Incluyen etapas de registro con una agencia reguladora, análisis de los desechos y mantención de los registros de modo que puedan rastrearse desde el punto de origen hasta su eliminación final. Con respecto al almacenamiento, tratamiento e instalaciones de eliminación de desechos peligrosos, especifican el diseño, construcción y técnicas de mantenimiento así

como las tecnologías de control.

Permisos, cuotas y licencias.

Se pueden otorgar permisos para la descarga en aguas superficiales; estos se emiten en periodos determinados y deben renovarse periódicamente. Para la protección de las aguas subterráneas también existen permisos y revisión de proyectos cuya finalidad es garantizar que los emisores potenciales tomen las medidas oportunas para evitar la contaminación.

También las licencias y permisos se emiten para las instalaciones de desechos sólidos, aprobadas para garantizar la eliminación de los desechos de forma segura.

Para garantizar una segura operación de los residuos peligrosos, las instalaciones de tratamiento, almacenamiento y eliminación se puede sujetar a un sistema de permisos, asegurando de esta forma que cumplan con las disposiciones establecidas, muchas de las cuales se destinan a aguas subterráneas.

Se considera a los estudios y a las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), como un instrumento permisivo eficaz en contra del deterioro ambiental. En varios países como es el caso de Brasil, Colombia, Cuba, México y Venezuela, su aplicación es legal. Argentina, Bolivia, Ecuador, Chile, están actualmente implementando su sistema. Adicionalmente estas evaluaciones constituyen requisitos indispensables para el acceso al crédito internacional.

1.8.3. Instrumentos económicos.

Los instrumentos económicos tienden en su teoría a introducir más flexibilidad, eficiencia y costo-efectividad en las medidas de control de la contaminación. Sus ventajas entre otras son:

- Estimular el desarrollo de tecnologías de control de la contaminación en el sector privado.
- Proporcionar a los gobiernos fuentes de ingresos para apoyar los programas de control de la contaminación.

Estos requieren menor información detallada para definir el nivel más económico.

Los instrumentos económicos tienen la capacidad de regular la contaminación de acuerdo a mecanismos de mercado, facilitando la acción estatal. Sin embargo no han eliminado la necesidad de establecer los estándares, sistemas monitoreo, fiscalización y otros mecanismos de estado.

Para que los instrumentos funcionen, los precios de los productos deben reflejar completamente sus costos sociales y ambientales. La utilización de instrumentos económicos para la gestión ambiental constituye una de las tendencias más fuertes entre quienes están preocupados por el diseño y las políticas de gestión ambiental.

Los elementos comunes a todos los instrumentos económicos deberían ser:

La existencia de un estímulo financiero.

La posibilidad de una acción voluntaria.

Involucrar a las autoridades de gobierno.

Intencionalidad, directa o indirecta, de mantener la calidad ambiental por sobre la decisión en torno a la aplicación de los instrumentos.

Estos instrumentos están basados en el reconocimiento de que la degradación ambiental surge de señales incorrectas de precio, que a su vez resultan de la ausencia de mercados para los recursos y activos del medio ambiente. De esta manera, si los precios de los recursos o funciones que proporciona el medio son bajos y se hace un uso excesivo de los mismos, la degradación del medio ambiente es inmediata.

Tipología de instrumentos económicos.

Instrumento de desincentivo:

Cargos por contaminación: pueden ser tarifas o impuestos.

Cargos por efluentes y emisiones: son tributos exigidos por la calidad o cantidad de contaminantes descargados generalmente por industrias.

Cargos al usuario: son pagos directos por el costo del tratamiento público o colectivo. Es el más utilizado en la gestión de los residuos sólidos.

Cargos administrativos: son los honorarios pagados a las autoridades por los servicios de regulación, control, monitoreo, fiscalización, etc., para el funcionamiento de la gestión.

Impuestos verdes: son cargos que actúan sobre los ítems más contaminantes.

Instrumentos de mercado: son derechos para generar emisiones actuales o potenciales, que el usuario puede comprar y vender en el mercado. Entre otras diferenciamos: licencias o permisos transables; seguros ambientales (cobertura de daños ambientales por compañías aseguradoras.); sistemas de responsabilidad compartida (acuerdos entre la autoridad ambiental y las empresas para responder una calidad ambiental global); sellos de calidad ambiental (certificaciones que garantizan una cierta calidad ambiental).

Subsidios: son concesiones, préstamos a bajas tasas, incentivos tributarios y otros, con el objeto de inducir a un cambio de conducta o reducción de costos de control de la contaminación por parte de los contaminantes.

Sistemas de restitución de depósitos: los consumidores deben pagar un sobreprecio por consumir productos con residuos contaminantes. Al reinsertarlos a un centro de selección para su reutilización (envases retornables), reciclaje (desechables), o disposición final, recuperan el depósito inicial o fianza.

Incentivos de cumplimiento: se emplean para impulsar a los contaminadores a cumplir con la reglamentación y estándares ambientales.

Análisis costo-beneficio: uno de los problemas habituales es la posibilidad de evaluar los costos ambientales, considerados como intangibles. Esta cuestión se puede enfocar desde dos puntos de vista, por una valorización directa y por una valorización indirecta.

Valoración directa: se utilizan encuestas y experimentos. Con las encuestas realizamos cuestionarios concisos y claros a la población que de alguna forma reflejen la mejora ambiental según se varíen los inputs.

Valoración indirecta: emplean técnicas que buscan conocer las preferencias de los usuarios por medio de la información real de los mercados. Las preferencias por los recursos, bienes y servicios ambientales.

Experiencias.

Tarifas o impuestos:

En la recolección y tratamiento de desechos sólidos municipales comúnmente se utilizan las tarifas por uso, que se incentivan muy poco por que se consideran como pagos por dichos servicios. En algunas instancias la municipalidades han instituido un sistema de precios a los desechos sólidos, el cual prevé incentivos para las familias para la reducción en la generación de desechos.

Algunos países aplican tarifas ("cuotas complementarias") por la eliminación de los desechos. La cantidad depende generalmente del tipo de desechos y del método de tratamiento antes de su descarga.

La mayoría de cargos por productos relacionados con los desechos se aplican a recipientes no retornables, aceites lubricantes, bolsas plásticas, fertilizantes, pesticidas, llantas, combustibles, etc. Su falta de impacto como incentivos se debe a que no constituyen a la transición de políticas remediables por las políticas preventivas.

Subsidios.

En algunos países se asignan créditos preferenciales y concesiones para la planificación, diseño y construcción de instalaciones de tratamiento así como para la incorporación de equipos de control de la contaminación. Existiendo donaciones para el desarrollo de tecnologías innovadoras con emisiones de baja contaminación, así como beneficios tributarios para sistemas de energía que favorecen el medio ambiente.

Sistema de reembolso de depósitos:

Se emplea básicamente en el tratamiento de residuos sólidos. Además de ser aplicables en los envases de bebidas y utilizados con resultados satisfactorios en reciclaje de aceites, envases pesticidas, automóviles. Administrativamente el sistema es eficiente. No requiere control o participación de la autoridad.

Incentivos de cumplimiento:

El incumplimiento de las regulaciones implican sanciones para los contaminadores, ocasionando multas o clausuras temporales o definitivas de la empresa. La responsabilidad legal por los daños causados por la contaminación ha sido utilizada en el área del manejo de desechos peligrosos. Las sanciones pueden ser civiles o penales y en la práctica, para algunos casos, se han logrado grandes compensaciones por daños.

1.8.4. Rol de los instrumentos económicos.

El rol del Estado en el manejo de los RSU.

La vida en comunidad conduce a que las personas o las familias no tengan plena libertad para decidir cómo manejar los residuos que generan, ya que un manejo beneficioso para algunos puede implicar costos a otros miembros de la comunidad (externalidades negativas).

A la inversa, la acción de un agente puede generar sobre otros agentes beneficios no compensados (externalidad positiva).

A pesar de que sería posible una cierta concertación entre las distintas familias que conforman una comunidad para manejar en conjunto sus residuos, no se espera que de tales decisiones se alcance el mínimo costo social.

Además, los residuos sólidos urbanos no son sólo domiciliarios. De ahí que lo habitual es que el Estado asuma la responsabilidad de la gestión de residuos sólidos urbanos, sea por cuenta propia o mediante servicios de terceros.

En general, las entidades estatales más directamente involucradas con la gestión de los RSU son el Ministerio de Salud Pública, o el Ministerio del Medio Ambiente, a través del organismo respectivo en el nivel nacional, sectorial, regional o local.

El Ministerio de Salud Pública debe cooperar con la función legislativa en la dictación de normas sanitarias relacionadas con la recolección, transporte y tratamiento de los RSU y debe constituirse en el principal elemento fiscalizador de su cumplimiento e -idealmente- actuando además como un organismo de apoyo a la gestión que realizan las autoridades locales en estos aspectos.

Las autoridades locales, específicamente los municipios (ayuntamientos; en otros países) deben ocuparse de la gestión operativa de los residuos sólidos en sus fases de recolección-transporte y tratamiento, sin perjuicio de que puedan entregar la totalidad o parte de ellas en concesión a particulares, o bien, realizarlas en conjunto con otros municipios.

Con el objeto de financiar los costos de recolección y tratamiento de los residuos, los municipios cobran generalmente una tarifa o tasa a las familias y a los locales comerciales/industriales, la cual se percibe simultáneamente con determinados impuestos. Además, los municipios fijan un canon especial por concepto de recolección y eliminación de los residuos de origen comercial ó industrial que excedan un determinado volumen mínimo.

A fin de cumplir de forma adecuada con las obligaciones de su competencia, los municipios tienen la posibilidad de agruparse, pudiendo así mejorar la rentabilidad de sus equipos. En lo que concierne a la ejecución de los servicios correspondientes, los municipios o grupos de éstos pueden escoger entre varias fórmulas, a saber:

La explotación en administración directa, en la cual el municipio realiza las inversiones

necesarias, contrata personal y se encarga directamente de dirigir los servicios.

La explotación por mediación de una empresa especializada, en cuyo caso las funciones están a cargo de una empresa privada, con la cual se firma un contrato a largo plazo.

Una fórmula intermedia consiste en confiar los servicios a una empresa privada, mediante contrato, una vez que el ayuntamiento ha realizado todas las inversiones necesarias.

La necesidad de confiar la gestión de estos servicios a un especialista, además de la importancia y regularidad de las actividades de organización y control de los servicios, han movido a numerosas colectividades en los países más desarrollados, a encargar la resolución de estos problemas, o parte de ellos, a empresas especializadas prestatarias de servicios. La prestación de servicios se ha convertido en un elemento complementario de los servicios municipales, con los cuales el trabajo se realiza en estrecha relación y bajo el control permanente de las autoridades locales.

Las empresas privadas pueden realizar las siguientes prestaciones:

Proporcionar asesoría y asistencia técnica a los responsables locales, con el objeto de ayudarles a estructurar mejor la organización de los servicios de limpieza, o bien a implantar nuevos equipos de mayor rendimiento.

Asumir una parte de los servicios municipales, por ejemplo: la recogida de los residuos de origen doméstico, o bien la explotación de la planta de tratamiento final, para resolver algún problema en particular.

Encargarse totalmente de los servicios municipales, desde la recogida de residuos, barrido de las calles, tratamiento de los residuos, hasta los servicios especiales: recogida de escombros, mantenimiento de parques y jardines públicos.

En definitiva, el Estado, por intermedio de los organismos públicos señalados y/o contratando los servicios de entes privados, debe ocuparse de que se alcance un óptimo social, tanto a través de la dictación y fiscalización de la normativa y regulaciones apropiadas, como a través de la gestión más eficiente desde una perspectiva social.

Rol de los instrumentos económicos.

Los instrumentos económicos, como los demás instrumentos de gestión ambiental, cumplen una serie de roles propios, entre los que es necesario destacar los siguientes:

Cumplimientos de las normas:

Estas normas no deben ser materia de negociación, sino que son formuladas para ser cumplidas, aunque en ocasiones es posible impulsar su cumplimiento, en función del objetivo superior que es la calidad ambiental. Esto se puede lograr con incentivos económicos.

Mínimización de impactos por contaminación

La contaminación es un problema inherente al crecimiento económico, no siempre las modificaciones tecnológicas en busca de una tecnología que produzca menor contaminación

es posible pero se debe incentivar a aquellas empresas que tiendan a la utilización de dichas tecnologías y producir desincentivos económicos a aquellas que sean obsoletas.

Eficacia y eficiencia de los instrumentos.

La gestión ambiental latinoamericana padece de fuertes ineficacias e ineficiencias, en particular en la capacidad de control, un problema que no solo es imputable a la incapacidad técnica, sino que también lo es a las débiles estructuras institucionales y administrativas.

Beneficios de una mayor gama instrumental.

El intento de implantación de los instrumentos económicos pueden ser de gran utilidad para la mejora de la capacidad del ente responsable del medio ambiente y la sociedad, definiendo sus acciones propias, facilitando relaciones y planificaciones con las diferentes regiones y sectores.

Impulso a la transformación.

Estos instrumentos económicos pueden producir una transformación que venga dada por estímulos económicos, empujando así a la dirección del cambio tecnológico, el cual apoyado en adecuados instrumentos regulatorios y económicos, sea a su vez sustentable.

1.8.5. Instrumentos económicos en la gestión de residuos sólidos.

El campo de la aplicabilidad efectiva de instrumentos económicos para la gestión ambientalmente sustentable de los residuos sólidos, en particular los industriales, pareciera, estar bastante condicionada, aunque haya un ambiente favorable para su aceptación.

A modo de síntesis, se podría afirmar que tal aplicabilidad debe cumplir los siguientes requisitos:

Instrumentos que utilicen las fuerzas de mercado para introducir comportamientos en lugar de ordenar para luego controlar.

Instrumentos que creen mercados donde las fallas del sistema no permiten intercambios.

Instrumentos que asignen precios a recursos o procesos que no los tienen; o los tienen en forma parcial o distorsionada (como es el caso de los residuos sólidos).

Instrumentos que establezcan derechos de propiedad (públicos, privados o comunitarios) sobre bienes libres o sobre los cuales no se reivindica propiedad.

Instrumentos que busquen compatibilizar las políticas económicas con las políticas ambientales.

Instrumentos más eficaces desde el punto de vista de su gestión.

Instrumentos de mayor aceptabilidad social, particularmente entre los sectores productivos.

En este marco, instrumentos de posible uso serían:

Derecho de propiedad

Establecimiento de la plena propiedad del generador de derechos sólidos sobre sus residuos

Responsabilidad del generador .

Principio contaminador - pagador.

Potenciación de la minimización.

Establecimiento de derechos de uso restringido sobre ciertos bienes públicos.

Disposición adecuada de residuos sólidos.

Control público.

Sistemas de permisos de emisión transable.

Constituyen en instrumento económico de gestión ambiental, caracterizado por el hecho que se crea un mercado donde se transan y transfieren ciertos documentos que autorizan para emitir determinados contaminantes a las empresas insertas en el sistema.

Creación de mercados.

Permisos de uso transable de bienes públicos con uso restringido.

Instrumentos fiscales.

Impuestos a la generación de residuos : - Por cantidad; - Por tipo.

Impuestos al uso del suelo para disposición de residuos.

Sistemas de cargos (Tarifas).

Cargos por recolección.

Cargos por disposición.

Cargos por contaminación.

Instrumentos financieros.

Fondos ambientales para: mejoramiento tecnológico; fomento del reciclaje; transporte y disposición adecuados.

Criterios blandos, para proyectos de objetivos "ambientales".

Sistemas de responsabilidad.

Por daños a recursos naturales.

Seguros de responsabilidad.

Incentivos al cumplimiento de las normas.

Sistemas de garantía (bonos y depósitos.)

Bonos de cumplimientos de normas.

Sistemas de depósitos reembolsables.

1.9. Experiencias de manejo de RSU en otros países en desarrollo

David N. Beede y David E. Bloom en su artículo "The Economics of Municipal Solid Waste" (en

“The World Bank Research Observer”, Volumen 10, número 2, Agosto 1995) presentan el siguiente panorama de algunas experiencias de manejo de RSU en países en vías de desarrollo:

“Las experiencias en los países en vías de desarrollo son diferentes de aquellas de Estados Unidos y de otros países. El carácter del problema de RSU difiere desde una ubicación a otra, dependiendo de las características físicas del residuo sólido y de la geografía local.

En Bangkok y Shanghai, las calles estrechas hacen que la recolección del residuo sea difícil. El carbón, que genera cantidades considerables de ceniza, se usa todavía ampliamente para calentar hogares en Shanghai, aunque la ceniza como un porcentaje del torrente de RSU ha disminuido desde mediados de 1980's. Las tasas de generación de RSU per cápita son aproximadamente 50 por ciento más altas en el verano a causa de un aumento estacional en residuos alimentarios de frutas y vegetales (Pupilo y Li 1993).”

“A pesar de la diversidad en países en vías de desarrollo, surgen varias generalizaciones de una revisión breve de las experiencias de gestión de RSU en un muestreo de ubicaciones de países en desarrollo: Bangkok, Dar es Salaam, Jakarta, Ciudad de México, Shanghai, y Taiwan (China).”

Un problema creciente. El residuo sólido no es solamente un problema considerable a lo largo del mundo en desarrollo, sino también un problema creciente, parcialmente a causa del crecimiento de la población y parcialmente porque el aumento de los ingresos per cápita en una parte importante del mundo en desarrollo ha conducido a una generación ascendente de residuo per cápita ascendente.”

“Desde 1982 a 1989, la generación diaria de RSU per capita en Bangkok aumentó desde 0,6 a 0,9 kilogramos (Muttamara, Visvanathan, y Alwis 1992/93). Los residentes de Ciudad de México generan sobre 1,0 kilogramo de RSU per capita al día, lo que dobla el valor estimado en el decenio de 1950, con aún un crecimiento más rápido en la generación per cápita de residuos no biodegradables (Meade 1992).

La generación de RSU per cápita diaria de Shanghai de 0,80 kilogramos se traduce en 2,50 millones de toneladas métrica al año, 1,31 millones de toneladas métrica por sobre la cifra de principios del decenio de 1980 (Ward y Li 1993). En Taiwan (China), la generación per cápita aumentó un promedio de 4,8 por ciento al año desde 1980 a 1991 (Taiwan, China 1992).”

Recolección y urbanización. La proporción urbana de la población de países en vía de desarrollo aumentó desde 25 a 46 por ciento entre 1970 y 1991. Además, la tasa anual de crecimiento de población urbana en los países en vías de desarrollo ha acelerado desde un promedio de 3,7 por ciento en el decenio de 1970 a 6,3 por ciento en el decenio de 1980 (aunque el menor valor promedio anual total de población de crecimiento para países en vías de desarrollo desaceleró desde 2,2 por ciento en el decenio de 1970 a 2,0 por ciento en el decenio de 1980 (Banco Mundial 1993).

Estas tendencias, combinadas con el ingreso per cápita ascendente en muchos países en vías de desarrollo, han conducido a concentraciones crecientes de RSU en áreas metropolitanas. Es

probable que estas tendencias hagan aumentar el costo promedio de recolección, procesamiento, y eliminación y agoten las capacidades administrativas de los gobiernos urbanos.

Ciudad de México usa 2.000 vehículos de recolección de los cuales sólo 60 a 65 por ciento están generalmente en condición activa en todo momento (Meade 1992). En la recolección de Shanghai existe uso intensivo de mano de obra, y el residuo se transporta a los vertederos mediante camiones y barcas. Debido a que sólo el 60 por ciento de los camiones que transportan residuos son cubiertos (cerrados), mucha basura se esparce a lo largo de las calles y se derrama en los canales de agua durante el proceso (Ward y Li 1993)."

Efectos adversos de la eliminación y procesamiento deficiente. Las prácticas deficientes de eliminación y procesamiento tienen efectos adversos serios sobre la calidad de aire, agua, y tierra. Sobre 90 por ciento del RSU recolectado en Bangkok se dispone a cielo abierto, siendo compostado o incinerado el 10 por ciento (Muttamara, Visvanathan, y Alwis 1992 / 93). La mayoría del residuo familiar de Dar es Salaam se desecha en fosos abiertos cerca de los hogares, sobre calles, en mercados, o en los canales de drenaje (Yhdego 1991). Algo se quema. Además, el vertedero principal de la ciudad, que se aisló bastante cuando se estableció en 1965, está ahora cerca de varias comunidades y vierte lechada al cercano Río Luhanga (Yhdego 1988). La mayoría de los vertederos de Shanghai presentan malos olores, concentraciones de insectos y lechadas que contaminan el agua potable local (Ward y Li 1993).

En 1984 el gobierno de Shanghai construyó una simple planta de compost de RSU con una capacidad de 300 toneladas métricas al día, en que los RSU son compostados en grandes recipientes cercanos durante un mes y entonces se ponen en rejillas y se clasifican por el tamaño de partícula.

Debido al mal control de calidad, sin embargo, el compost se contamina pesadamente con vidrios, plásticos, y metales y es por lo tanto de relativamente poco valor a granjeros locales (Ward y Li 1993)".

Generalización del sector informal del reciclaje. Los hogares de Bangkok normalmente separan periódicos, revistas, cartulina, y botellas desde su residuo sólido para los recolectores puerta a puerta. Los segregadores de calle realizan una selección de elementos reciclables desde los recipientes de calles, las tripulaciones de recolección gastan estimativamente 40 por ciento de su tiempo en realizar clasificaciones para materiales reciclables que ellos pueden vender para complementar sus ingresos, y otros segregadores escogen sobre el resto en los vertederos. Estos segregadores y recolectores de basura venden elementos reciclables en pequeña escala a talleres de reciclaje cerca los vertederos (Muttamara, Visvanathan, y Alwis 1992/93). En Ciudad de México, los trabajadores de recolección clasifican reciclables, que ellos pueden vender para complementar sus ingresos. Esto se ha vuelto cada vez más difícil, sin embargo, porque la cantidad y el valor de materiales reciclables declinó dramáticamente en 1982, cuando la crisis económica condujo a las familias a un mayor cuidado con el derroche (Meade 1992).

En Dar es Salaam, existe considerable segregación, bajo condiciones muy difíciles, el que tiene lugar tanto en el vertedero principal como a lo largo de la ciudad (Yhdego 1991). Alguna

extracción organizada de reciclables tiene lugar en los vertederos de Shanghai (Ward y Li 1993). A lo largo de Jakarta se estima que 30.000 a 60.000 segregadores ("cachureros") extraen materiales reciclables tales como vidrio, papel, cartulina, metales, madera, goma, huesos, y textiles desde el torrente de residuos. Ellos venden estos materiales a empresarios a pequeña escala quienes los ralean, limpian, fajan, y los venden a otros intermediarios que se especializan en determinados materiales, que a la vez los transportan y venden a fábricas de reciclaje."

Beede y Bloom han proyectado una tasa de 2,7 por ciento anual de incremento en la generación de RSU en los países en vías de desarrollo, lo que aproximadamente dobla el valor proyectado de aumento en los países industriales. Los hallazgos de una encuesta Gallup a nivel mundial también sugieren que la capacidad de los sistemas de gestión de RSU es débil en muchos países en vías de desarrollo. No obstante, estiman que existen señales alentadoras de que el desarrollo económico conduce a más fuertes estructuras institucionales y a un consentimiento para experimentar e invertir en proyectos que puedan aliviar problemas duraderos de gestión de RSU en formas apropiadas al nivel de un país de desarrollo.

A pesar de las mayores inversiones que deben realizarse para un eficaz manejo integral de los RSU, éstas debieran justificarse al compararlas con los costos económico-sociales de una inadecuada gestión de RSU. Los beneficios económico-sociales de un mejor manejo integral no sólo se observarían en los aspectos propiamente sanitario-ambientales (reducción de enfermedades, mejoramiento de la calidad de las aguas, reducción de olores y mejoramiento estético), sino también en otros de carácter más propiamente económicos como -por ejemplo- la recuperación de tierras. Además, es de importancia considerar que estos beneficios estarían disponibles tanto para las generaciones actuales como para las futuras.

ANEXO 1.8

LA EXPERIENCIA COLOMBIANA EN LA REGULACION DEL SERVICIO

En Colombia antes de la regulación económica del servicio, la responsabilidad de la prestación

del servicio recaía principalmente en los Municipios mediante oficinas o departamentos municipales de aseo en las ciudades pequeñas o a través de empresas municipales en las de mayor tamaño, con una participación privada marginal. La responsabilidad del control del servicio en cuanto a cobertura y calidad era poco clara y en general la hacían los propios municipios. Las tarifas se aplicaban con criterio político y poco fundamento económico, y tenían altos subsidios cruzados.

En 1994 se aprobó la Ley 142 que establecía el *Régimen de los Servicios Públicos*, la cuál tenía como objetivos:

- Garantizar la eficiencia y calidad del servicio y ampliación de la cobertura.
- Promover la participación privada.
- Separar los roles del Estado en lo referente a regulación y prestación.
- Racionalizar el régimen de tarifas y subsidios.

Así se esperaba que la Ley lograra hacer compatibles los intereses de las empresas con los usuarios, del sector público con el privado, de políticos y administradores locales y del gobierno nacional con el municipal. La Ley así mismo estableció reglas claras sobre el comportamiento de todos los actores, estableció los mecanismos de evaluación y control, y estableció normas para establecer la tarifa en función de la calidad del servicio, y determinó la obligatoriedad del uso del servicio por parte de los usuarios. En lo institucional se formó una Comisión Reguladora, encabezada por el Ministerio del Ambiente que en función de los efectos ambientales fija la relación calidad-precio, una Superintendencia de Servicios Públicos y Comités de Desarrollo y Control Social que hacen la evaluación y el control, y un Registro para las empresas privadas, cooperativas u ONG que prestan los servicios al consumidor o usuario.

Los usuarios se clasificaron en residenciales (divididos en 6 estratos socioeconómicos), los no residenciales (divididos en pequeños y grandes generadores) y los generadores de residuos especiales, principalmente los patogénicos.

Se establecieron dos tipos de servicios, el ordinario y el especial. Para el servicio ordinario se establece el concepto de libertad regulada, mediante la cual las tarifas se establecen localmente, pero con metodologías fijadas por la Comisión. Para los servicios especiales, incluyendo los hospitalarios, se deja libertad tarifaria.

Anteriormente a la Ley, los servicios se cobraban anualmente con el servicio predial. Actualmente se cobra en la boleta del agua potable pero como un rubro aparte, lo que permite el corte del servicio de agua, en caso de no pago. La metodología para determinar la tarifa del servicio ordinario esta diseñada para cubrir los costos de la recolección, el transporte y la disposición final, el barrido y limpieza de calles y el mantenimiento de parques y zonas verdes.

La tarifa por recolección y transporte (sin estaciones de transferencia) se estableció después de una investigación en el ámbito nacional sobre los costos de las empresas tomando en cuenta las variaciones de los salarios y prestaciones, el mantenimiento, los consumos de los camiones, los costos administrativos, y en función también de las diferencias de eficiencia relativa por la

distancia al relleno. Así se llegó a la fórmula, ya traducida a US\$ para su mejor comprensión, que se presenta a continuación:

$$\text{Costo [US$/ton]} = \$9.6 + \$5.02 H_o$$

en donde H_o es el tiempo no productivo del camión, es decir todos los tiempos no productivos.

Para el barrido se estableció:

$$\text{Costo} = 14 \text{ US\$/km/mes} \quad (\text{para frecuencia } 1/7)$$

El costo por kilómetro se convierte en una tasa porcentual que se aplica al servicio de recolección y transporte, teniendo en cuenta el número promedio de viviendas por km y una frecuencia de una vez por semana.

Finalmente se encontró difícil modelar los costos de disposición final, por lo que se estableció que la tarifa sería una función de los costos reales en cada caso.

La tarifa mensual se establece mediante una fórmula final que toma en cuenta los costos anteriores e introduce un factor de subsidio que varía con cada uno de los seis estratos socioeconómicos, con una tendencia futura que disminuya los subsidios cruzados poco a poco. Esta tarifa está establecida de acuerdo con una cierta calidad del servicio y puede ser incrementada solo mediante incrementos en la calidad del servicio, como pueden ser la frecuencia de recolección, el cambio en la calidad ambiental en el relleno, etc. Las penalidades por violación en el barrido, se evalúan por conceptos medibles de limpieza de cada sector de la ciudad en la que por ejemplo se mide la cantidad y tiempo que permanecen los residuos

1.10 Aspectos institucionales y de gestión de RSU

Introducción

Es importante distinguir entre los diferentes niveles de gestión que se tienen, nacional, estatal (ó departamental ó provincial) y el local. Los niveles nacionales y estatales tienen que ver principalmente con la formulación de políticas, planes y estrategias sectoriales, con los aspectos legislativos y de regulación, ambientales, institucionales, etc. Los aspectos de gestión de RSU en el ámbito local, tienen más que ver con la apropiada ejecución del proyecto técnico de manejo integral para una ciudad o grupo de ciudades, y tiene que ver con la provisión de todos los elementos de decisión política legales, administrativos, socioculturales, financieros y de infraestructura de obras y equipos para lograr los objetivos, es decir la “gerencia” del sistema.

1.10.1. Aspectos institucionales y de gestión en el ámbito nacional o regional.

En el ámbito nacional, o estatal, generalmente no existe una sola entidad, o cabeza del sector, responsable de todos los aspectos involucrados en el manejo de los residuos sólidos urbanos, sino que son muchas instituciones las que ven el problema desde un punto de vista muy particular. Como ejemplo se citan algunas a continuación:

- El Ministerio del Ambiente o Consejos Nacionales del medio Ambiente, enfocan el problema desde el punto de vista normativo ambiental.
- El Ministerio de Salud, como su nombre lo hace desde el punto de vista de la salud pública.
- El Ministerio de Desarrollo Urbano, desde el punto de vista de las obras y servicios públicos.
- Planeación y Presupuesto desde el punto de vista de las inversiones.
- Las Superintendencias o Entes Reguladores desde el enfoque de las relaciones económicas y tarifarias.

Así se podrían seguir citando otros actores como Universidades, ONG, Asociaciones de Profesionales, Cámaras de Industria y Comercio, Asociaciones de Prestadores de Servicios, Asociaciones de Municipios, Institutos de Fomento Municipal, Sindicatos Municipales, etc. Estas entidades generalmente actúan sin coordinación por lo que es necesario crear una instancia de coordinación, que permita elaborar coordinadamente la regulación, tanto ambiental como económica y el establecimiento de políticas planes y programas nacionales o regionales.

Lograr la coordinación antes mencionada no es sencillo ya que las diferentes instituciones creen tener la prioridad en el manejo del sector. En Latinoamérica, hasta donde se conoce, Chile, Colombia, México y Cuba tuvieron planes nacionales en las décadas de los 70s y los 80s, que tuvieron diferentes niveles de éxito en el ordenamiento y mejoramiento del sector. Chile, con el plan centralizado en el Ministerio de Salud, en 10 años logró importantes avances en las coberturas de recolección y de rellenos sanitarios o controlados. Cuba, con las acciones de coordinación también centradas en el Ministerio de Salud inicialmente, también logró

importantes coberturas en sus servicios de recolección y disposición final, hasta 1995 en que la mayoría de los rellenos controlados colapsaron durante la crisis económica que hubo en el país.

A mediados de la década de los 90s la OPS, Banco Mundial, el BID y USAID, reunieron a un grupo de especialistas en residuos sólidos para diseñar una metodología que facilitara la realización de Análisis Sectoriales en el ámbito nacional o de una región de un país, que permitieran conocer de una manera ordenada la situación del manejo de los RSU y que identificaran las grandes líneas de acción necesarias para mejorar la situación. Esta guía se denominó *Lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales en residuos sólidos* y en ella se define como "sector" *al conjunto de instituciones y recursos existentes en el país o región, relacionados con los servicios de aseo urbano (limpieza de vías y áreas públicas, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos), lo que incluye el manejo de residuos sólidos domésticos, comerciales, industriales y hospitalarios, manejados formal o informalmente en las áreas urbanas y periurbanas de diferentes tamaños y complejidades.* Señala el documento que será objeto del análisis todo agente participante en el desempeño del sector, tales como entidades gubernamentales del sector público, organismos municipales y metropolitanos, sector privado (formal e informal), ONG, universidades e institutos de investigación y de fomento, las instituciones financieras y las asociaciones de empresarios y de profesionales. Los análisis abordan el conocimiento y evaluación de todos los elementos componentes del sector, incluyendo su gestión y desempeño. Para ordenar el análisis los lineamientos propusieron las siguientes áreas de evaluación:

1. Características generales del país o región
2. Aspectos institucionales y marco legal
3. Infraestructura física y aspectos técnicos
4. Aspectos económico-financieros
5. Aspectos de salud
6. Aspectos ambientales
7. Aspectos socioculturales.

Con esta metodología se han realizado análisis en varios países de América Latina y el Caribe, como Guatemala, Nicaragua, Chile, Uruguay, Perú, Cuba, Colombia, y Región Metropolitana del Valle de México.

Basándose en estos análisis, una primera visión global permite decir que el Sector de Residuos Sólidos por lo general no está legitimado y que presenta algunos rasgos comunes en la gran mayoría de los países de América Latina. En el anexo 10.1 se presentan los resúmenes de estos análisis sectoriales, realizados en los países antes mencionados.

1.10.2. Aspectos institucionales y de gestión en el ámbito local.

La gestión integral de los residuos sólidos urbanos, muchas veces se confunde con el proyecto técnico de ingeniería. Es importante tener claridad de la diferencia entre estos conceptos que son complementarios. El proyecto técnico o de ingeniería generalmente contesta a las preguntas; ¿porqué, qué, como, cuanto y cuando?. La gestión integral proporciona el marco para que el

proyecto de ingeniería se convierta en viable desde los puntos de vista político, legal, financiero, ambiental y social.

El proyecto técnico

La primera fase del proyecto es la elaboración de perfiles de diferentes alternativas que integren las cuatro áreas de acción del manejo integral, esto es; minimización, reciclaje, recolección y tratamiento y/o disposición final. Los perfiles deben ser elaborados de manera que contesten a las siguientes preguntas de manera preferentemente secuencial:

¿por qué? o justificación

¿qué? o sea el proyecto de ingeniería

¿cómo? que tiene que ver con las especificaciones, manuales, etc.

¿cuánto? o sea el costo

¿cuándo? o sean los cronogramas de trabajo

La gestión o gerencia en el ámbito local.

La gestión o función del gerente de los servicios consiste precisamente en coordinar las actividades de la empresa o entidad prestadora del servicio para cumplir armónicamente con todos los aspectos anteriores. Muchas veces los responsables de los servicios no están preparados para cumplir esta función y no prevén todos estos elementos y se convierten en lo que se ha dado en llamar "bomberos" o "apagafuegos". Esto último es muy frecuente cuando los servicios se prestan directamente bajo la estructura municipal y los "jefes" de los servicios tiene que depender de la aprobación de otras oficinas municipales para cumplir con sus funciones como son las de compras, mantenimiento, gastos menores y mayores, etc.

En América Latina ha existido una gran variedad de formas de gestión de los servicios. La globalización y las políticas neoliberales han traído los llamados procesos de privatización. Se estima que en la actualidad las empresas privadas contratadas prestan sus servicios al 60% de la población de América Latina. El porcentaje es tan grande porque el servicio privado actúa en casi todas las grandes ciudades. El interés de la empresa privada en ciudades pequeñas y medianas disminuye considerablemente por la economía de escala. En las ciudades pequeñas una de las formas de gestión que esta tomando impulso sobre todo en Perú y en Colombia es la formación de cooperativas prestadoras de servicios por contrato. Estas cooperativas muchas veces están formadas por antiguos segregadores y son promovidas por ONG especializadas en el manejo de residuos sólidos, ya sea con recolección selectiva o convencional.

En el Módulo V sobre Gestión, se profundiza en estos conceptos

ANEXO 1.10

La OPS/OMS auspició en el período 1987-1990 una serie de reuniones regionales de expertos en residuos sólidos en las cuales se formularon un conjunto de directrices para el desarrollo del

sector aseo urbano. Entre estas directrices se destacó la necesidad de contar con Planes Nacionales de Aseo Urbano, integrados al llamado Sistema Nacional de Aseo Urbano.

Posteriormente, en 1992 la OPS/OMS formuló una propuesta de un Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud (PIAS) para superar gradualmente el enorme déficit de infraestructura en los servicios de atención a la salud de las personas, abastecimiento de agua limpia y segura, saneamiento básico y servicios de prevención y control de la contaminación ambiental.

La contribución, y a su vez el reto fundamental del PIAS, es el fortalecimiento de la capacidad de los países para movilizar recursos de inversión. Esto implica alentar el desarrollo institucional necesario para llevar a cabo análisis sectoriales que redefinan las necesidades de inversión, cuantitativa y cualitativamente, haciendo posible formular, gestionar y evaluar los programas y proyectos de inversión de manera consistente.

En el marco de las estrategias formuladas por el PIAS, en Marzo de 1995, la OPS/OMS, el BID, el BIRF y la USAID/EHP, desarrollaron conjuntamente los "Lineamientos Metodológicos para la realización de Análisis Sectoriales en Residuos Sólidos". El propósito de estos lineamientos es contribuir con el ordenamiento y desarrollo del Sector de Residuos Sólidos en los países de ALC a través del análisis sectorial. Por lo tanto, no han sido diseñados únicamente como instrumentos de diagnóstico, sino fundamentalmente para la promoción de algunas líneas de intervención e inversión prioritarias, desde una perspectiva del planeamiento y ordenamiento sectorial. En este sentido, los mencionados lineamientos han sido aplicados para el desarrollo de AS-RS en Colombia, Guatemala, México, Uruguay, Cuba, Nicaragua, Chile y Perú.

ANEXO 1.1.

El Caso de Colombia

Sobre la base del diagnóstico desarrollado en Colombia como parte del proceso de realización del AS-RS se han logrado identificar algunas acciones en tres rubros fundamentales: políticas, estrategias y proyectos de inversión.

a) Principales políticas que sugiere el AS-RS en Colombia:

- Mejorar la cobertura y calidad de los servicios de aseo y manejo general de los residuos sólidos.
- Minimización y promoción del reciclaje de residuos sólidos.
- Adecuación y coordinación interinstitucional.
- Fomento de la participación ciudadana y del sector privado.

b) Principales estrategias que recomienda el AS-RS en Colombia:

- Consolidación y desarrollo de un marco institucional y legal en el ámbito nacional apropiado para la gestión de los residuos sólidos.
- Apoyo integral a los municipios.
- Estrategia de manejo de residuos industriales y/o no domésticos.
- Vigilancia y control del manejo de residuos sólidos a todo nivel y en todas las fases por la que estos atraviesan.
- Apoyo al reciclaje y a recicladores informales.
- Formulación de un plan maestro de inversión.

Las Fortalezas y Dificultades del AS-RS en Colombia

El AS-RS en Colombia ha permitido conocer las fortalezas y debilidades técnicas, financieras, económicas, ambientales y sociales inherentes al manejo de residuos sólidos. En cada caso, el AS-RS ha posibilitado perfilar una serie de recomendaciones de políticas planes y estrategias, que se formaron mediante mecanismos propios de consulta y búsqueda de consensos entre las instituciones vinculadas al Sector. También ha posibilitado generar acciones de apoyo al Sector: asistencia técnica a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y municipios para el desarrollo de recursos humanos; estudios e investigaciones sobre el reciclaje; priorizar el desarrollo de la normativa en residuos sólidos comunes y peligrosos por las instancias legislativas; coordinación entre el sector público y privado (ejemplo: acuerdos y convenios para la producción limpia); programa masivo de educación ambiental.

ANEXO 1.2.

El Caso de Uruguay

El AS-RS en Uruguay se desarrolló entre noviembre y diciembre de 1995 teniendo como contraparte nacional a la Dirección Nacional de Medio Ambiente. El AS-RS se desarrolló por un equipo multidisciplinario considerando el contexto ambiental, económico, institucional, social y sanitario del país. Aparte de la información básica sobre el estado del manejo de residuos sólidos que se logró sistematizar, el AS-RS permitió evaluar las necesidades de desarrollo del Sector y proyectar las medidas pertinentes para cubrir estas necesidades.

La experiencia de Uruguay brindó mayores elementos de análisis sobre el proceso de desarrollo del AS-RS. En este caso, se distinguieron cinco momentos principales:

- Constitución del equipo multidisciplinario de consultores
- Taller de programación
- Recopilación de la información existente
- Entrevistas y visitas de campo
- Elaboración del informe final.

Debido a la falta de datos e información disponible, el AS-RS en Uruguay requirió, al igual que en el caso de la experiencia de Colombia, un tiempo efectivo mayor que el previsto. A pesar de ello, el AS-RS en Uruguay ha sido de suma utilidad para el Sector, por cuanto ha permitido: realizar una recopilación y sistematización rigurosa de la información pertinente; formular una primera conceptualización del Sector; y catalizar algunas acciones de corto, mediano y largo plazo (p.ej. creación de la Comisión Nacional para Elaborar el Plan Nacional de Residuos Sólidos, elaboración de los términos de referencia para el Plan Maestro de Gestión e Inversiones y atraer mayor financiamiento para el Sector asignado desde el presupuesto nacional, entre otros).

Principales Conclusiones sobre el Proceso de Realización del AS-RS de Uruguay

Las recomendaciones de los representantes y coordinador del AS-RS del Uruguay, se refieren principalmente al proceso de desarrollo del análisis. Se mencionó la importancia de establecer claramente con el Gobierno los objetivos y el alcance del análisis; establecer las necesidades y aportes nacionales para desarrollar las tareas requeridas (contratar o asignar por lo menos a tres personas como contrapartes a tiempo completo); identificar a las personas y entidades que deben ser contactadas durante el desarrollo del estudio y recabar la información básica antes del inicio formal del AS-RS.

ANEXO 1.3.

El Caso de Guatemala

Al igual que en la experiencia de Colombia y Uruguay, el AS-RS en Guatemala permitió tener una primera aproximación del estado y necesidades de desarrollo del Sector, en el cual confluyen una serie de instituciones gubernamentales y no gubernamentales con diferentes niveles de atribuciones y competencias. Las dificultades específicas evidenciadas por el AS-RS en Guatemala muestran, que estas -aunque en relativamente menor escala-, son bastante similares a las que tienen que enfrentar los países de la Región en general: coberturas de recolección y disposición final limitadas, dificultades de fiscalización y supervisión del cumplimiento de las leyes y estándares de calidad ambiental, dificultades para contar con recurso humano debidamente calificado y falta de financiamiento, entre otros aspectos.

Por otro lado, la presentación de la experiencia de Guatemala, mostró un esquema de sistematización de las etapas o momentos a través de los cuales el proceso del AS-RS se había desarrollado en este país, como sigue:

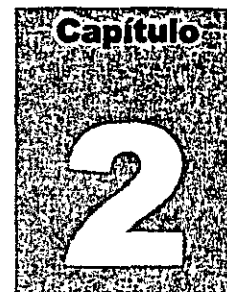
- Momento preliminar: decisión política administrativa. En el cual se establece el interés y los compromisos - del gobierno y de las partes involucradas en el AS-RS.
- Primer momento: Organización
Se fijan las etapas específicas del proceso y requerimientos de información y colaboración entre las partes implicadas.
- Segundo momento: análisis y propuestas.
Se analizan las propuestas y se busca fundamentalmente el consenso técnico en torno a los resultados a obtener a través del AS-RS.
- Tercer Momento: Internalización y desarrollo. Debe permitir definir los compromisos políticos a fin de garantizar la continuidad de las acciones que se puedan generar a partir del AS-RS.

ANEXO 1.4.

El Caso de México

El AS-RS en México se realizó entre febrero y marzo de 1996 teniendo como contraparte nacional principal al Instituto Nacional de Ecología (INE). Dada la magnitud, complejidad y diversidad de temas que abordó el AS-RS en México, este análisis es diferente a los que se desarrollaron en Colombia, Uruguay y Guatemala, tratándose más bien de una evaluación rápida del Sector de Residuos Sólidos. En efecto, sobre la base de los acuerdos de las misiones preliminares de la OPS/OMS y las correspondientes contrapartes Mexicanas, se estableció que el AS-RS en este país, permita una primera aproximación sectorial, incluyendo en el análisis no solo a los residuos sólidos municipales, sino también a los residuos sólidos peligrosos, sustancias químicas y actividades de riesgo. De este modo, el AS-RS permitió disponer de una visión general y global del Sector de Residuos Sólidos y de los temas conexos, quedando pendiente la realización de AS-RS más detallados y profundos por estados en México. Por este motivo, el AS-RS en México se desarrolló en tres semanas.

Algunas lecciones del proceso de AS-RS implementado en México contribuyeron substancialmente con el debate general para la validación de los Lineamientos Metodológicos para la realización de análisis Sectoriales en Residuos Sólidos. Igualmente a las exposiciones presentadas por los representantes y coordinadores de los países donde se han desarrollado los AS-RS, las preocupaciones del representante y coordinador de México, se centraron principalmente en el proceso de desarrollo del AS-RS. En este sentido, se manifestó de suma importancia el hecho de disponer de la mayor cantidad posible de información básica antes del inicio efectivo del AS-RS, así como, evitar un sobre dimensionamiento de las expectativas que los AS-RS tienden a generar en las contrapartes nacionales. Por este motivo, una etapa clave para el AS-RS es la fijación clara de los objetivos, alcances, compromisos y aportes institucionales durante la etapa de negociación inicial del AS-RS entre las instancias de Gobierno la misión de cooperación externa. Entre las principales causas que no favorecen a la instrumentalización del AS-RS figuran las limitaciones del arreglo institucional, y en particular de los gobiernos nacionales, así como las debilidades del marco regulatorio.



2. Aspectos generales de identificación y formulación de proyectos de inversión.

2.1. Introducción

Los proyectos de gestión de residuos sólidos deben ser formulados como cualquier otro proyecto de inversión. En este caso el producto no es un bien, sino un servicio, el cual consiste en mantener limpia una ciudad mediante los servicios de barrido del lugar; recolección, tratamiento y disposición final de los desechos, con el objetivo de salvaguardar la salud pública, mantener la limpieza de la ciudad y minimizar los daños ambientales.

A diferencia de otros proyectos de servicios de saneamiento básico como los de agua potable y desagües, se caracterizan por tener bajos costos de inversión inicial pero altos costos de operación. Esto ocasiona que la parte más significativa de los proyectos sea la financiera, específicamente la relativa a los ingresos mensuales por concepto de tarifas, por cuanto constituye la forma de darle sustentabilidad al servicio.

La correcta formulación de estos proyectos, también resulta de vital importancia tanto para presentarlo a las autoridades municipales que tomarán decisiones como para solicitar apoyo económico o préstamos de agencias o entidades de crédito, ya sean nacionales o internacionales. Generalmente se observa la exigencia que se elaboren con la metodología del "marco lógico" en alguna de sus modalidades, presentando las justificaciones de carácter técnico, social y económico, y desarrollando las pertinentes acciones de mitigación de los efectos adversos sobre el ambiente.

Como una forma de contribuir a estas exigencias, a continuación se presenta una metodología para elaboración de proyectos de inversión, que contiene los elementos básicos exigidos por

casi todas las agencias y organismos que financian proyectos de inversión.

2.1.1. ¿Qué es un proyecto de inversión?

“Un proyecto de inversión es una decisión sobre el uso de recursos con el objetivo de incrementar, mejorar o mantener la producción de bienes o prestación de servicios y/o incrementar, mejorar mantener o recuperar la capacidad de generación de beneficios de un recurso humano o físico. Esta decisión se puede materializar en una obra física y/o en una acción específica.”

Un proyecto de inversión puede ser llevado a cabo por inversionistas privados o por el Estado. En el primer caso, se invertirán recursos de propiedad privada y se esperará obtener un beneficio para los inversionistas privados. En el segundo caso, se invertirán recursos de propiedad social y se espera obtener un beneficio para la sociedad.

No obstante, en ambos casos, los proyectos de inversión surgen como reconocimiento de la existencia de necesidades insatisfechas que el proyecto de inversión sería capaz de satisfacer.

“Programa: decisión sobre el uso de los recursos para mantener, aumentar o mejorar la producción de bienes y servicios. Constituye un conjunto de proyectos y se materializa en una acción específica. Por ejemplo: alfabetización, nutrición y capacitación.”

“Estudio Básico: decisión sobre el uso de los recursos con el objetivo de identificar ideas de proyectos o programas; la existencia y/o características de recursos. Se materializa en un documento.”⁴ /

Los ejemplos anteriormente señalados indican que no siempre un proyecto de inversión requiere la aplicación de grandes cantidades de recursos, ni debiera implicar la creación de una nueva unidad productiva.

Puesto que un proyecto de inversión implica la aplicación de recursos económicos que siempre son escasos o limitados que podrían obtener un beneficio en otras actividades (usos alternativos de los recursos), resulta imprescindible emprender estudios de preinversión que permitan su adecuada formulación y una evaluación económica que otorgue cierta seguridad de que el beneficio que se obtendrá será mayor que el que se obtendría en otras alternativas disponibles o que la actividad se realizará a un menor costo.

⁴ / Ver MIDEPLAN, Chile. Texto guía sobre capacitación e formulación, preparación y evaluación de proyectos, página 5.

2.1.2. Etapas de un estudio de preinversión

Un estudio de preinversión está compuesto por dos elementos: la formulación o preparación del proyecto y la evaluación del mismo. El objetivo final es evaluar la conveniencia del proyecto, pero para estimar los elementos necesarios para la evaluación se requiere una adecuada formulación (o preparación) que permita anticipar la forma y las condiciones en que éste operará.

Un estudio de preinversión es habitualmente caro, especialmente cuando se requiere obtener datos, procesarlos y generar información relevante que permita reducir el riesgo. Mientras el estudio se mantenga en el plano del uso de información secundaria y de las intuiciones o estimaciones gruesas ello no es necesariamente así, pero apenas se avanza en un estudio más profundo, el costo del estudio aumenta considerablemente. Por ello, la metodología general para un estudio de preinversión comprende una serie de etapas sucesivas, a través de las cuales se va avanzando gradualmente en la complejidad y calidad del estudio, siempre y cuando las etapas anteriores así lo hagan aconsejable.

Es decir, en vez de realizar de una vez un estudio definitivo, de alto costo, para un proyecto que finalmente resulta no conveniente, la no conveniencia del proyecto podría haber sido detectada en un estudio previo más barato, no siendo necesario invertir en un estudio más complejo y caro.

En este punto, nótese que la conveniencia a priori de un proyecto depende de muchos factores, siendo varios de ellos no controlables por el inversionista:

- La existencia real de la necesidad insatisfecha prevista.
- La capacidad real de que el proyecto satisfaga la necesidad que lo origina.
- Los aspectos tecnológicos imperantes.
- El marco jurídico y económico imperante.
- Los aspectos financieros.
- Los usos alternativos de los recursos para inversión y su rentabilidad.

Incluso, es importante hacer notar que un proyecto cuya evaluación resultó favorable puede fracasar en su implementación o ejecución efectiva debido a que no fue ejecutado en la forma planeada y/o existieron cambios en las condiciones de entorno respecto de las previstas originalmente.

Las etapas de un estudio de preinversión son:

a) Identificación de la idea de proyecto

En esta primera etapa se precisa la(s) necesidad(es) insatisfecha(s) o problema(s) a resolver y los objetivos que se pretende alcanzar con el proyecto en relación a ellos. Asimismo, se visualizan algunas posibles alternativas de solución o formas alternativas del proyecto.

Ejemplos ilustrativos:

- Idea de proyecto:* establecimiento de relleno sanitario mancomunado de basuras para dos ciudades.
- Posible necesidad:* solucionar problemas de saturación de rellenos actuales y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos en la fase de disposición final de las basuras de ambas ciudades.
- Idea de proyecto:* renovación de la flota de vehículos recolectores de basuras.
- Posible necesidad:* mejorar la eficiencia del sistema de recolección de RSU.
- Idea de proyecto:* realización de una campaña de educación medioambiental.
- Posible necesidad:* aumentar y mejorar la cooperación de la ciudadanía en la fase de pre-recogida de RSU
- Idea de proyecto:* instalación de una planta de incineración de RSU.
- Posible necesidad:* diversificar las formas de tratamiento final de RSU, dado el colapso de los rellenos actuales.
- Idea de proyecto:* concesión a privados de la explotación de un relleno municipal.
- Posible necesidad:* mejorar la eficiencia de la fase de disposición final, mediante la contratación de los servicios de empresas privadas.
- Idea de proyecto:* recolección con contenedores en un sector de la ciudad.
- Posible necesidad:* mejorar los rendimientos de recolección en zonas de tránsito saturado y/o de difícil acceso.

b) Estudio a nivel de perfil

Estudio que permite realizar una primera prueba de viabilidad de la idea de proyecto, considerando un número mínimo de elementos, a partir de información existente, el juicio común y/o la experiencia.

Comprende generalmente:

- Definición precisa del problema, a partir de las necesidades que el proyecto podría satisfacer.

- Planteamiento de alternativas de solución, lo que implica afinar las alternativas de solución formuladas en la etapa anterior y que conduce a distintas formas alternativas para el proyecto.
- Inventario y análisis de las condicionantes para llevar a cabo la idea, lo que implica analizar el mercado y su tamaño, la disponibilidad de insumos, tecnología, monto de inversión requerida y marco institucional y político, todo ello en base a información existente y juicio de los analistas, con estimaciones gruesas.
- Análisis de la viabilidad técnico-económica de la idea, lo que implica decidir en base a los resultados de la fase anterior y a una evaluación económica si no existen elementos que hagan inviable la idea. La viabilidad de la idea está ligada a la de las distintas alternativas formuladas, lo que implica determinar la viabilidad técnico-económica de cada una de las alternativas propuestas. Si a este nivel se estima que la idea es inviable, es rechazada; en caso contrario, es aceptada, pudiendo ser mantenida "en carpeta" o bien continuar con el siguiente estudio.
- Si procede, definición de las características del siguiente estudio, lo que implica fijar los "términos de referencia" para el siguiente estudio, que considerará sólo las alternativas cuya viabilidad técnico-económica fue probada en la fase anterior.

Debe hacerse notar que esta primera etapa no se requiere -en general- la participación de un "proyectista" o "cuerpo de analistas", siendo ella más bien responsabilidad del inversionista y de sus colaboradores cercanos. Una idea de proyecto relativamente sencilla podría ser aceptada incluso en esta etapa, si algunos cálculos básicos de evaluación así lo aconsejasen.

c) Estudio de prefactibilidad

El objetivo fundamental de este estudio es analizar las distintas alternativas para el proyecto, usando datos mucho más detallados y afinados que los de la anterior etapa, a fin de -en una primera fase- descartar algunas alternativas y perfeccionar las restantes y -en una segunda fase- evaluar desde una perspectiva técnico-económica las alternativas preseleccionadas y seleccionar la mejor alternativa de proyecto.

Para ello, se requiere conocer para cada alternativa:

- Existencia de una demanda factible de alcanzar con el producto o servicio y proyectarla.
- Disponibilidad (en cantidad, calidad y costo-razonable) de insumos.
- Características de un proceso técnico viable.
- Macrolocalización.
- Monto de la inversión.
- Estimación de ingresos y egresos.
- Evaluación en base a indicadores de rentabilidad.

d) Estudio de factibilidad

Este es el estudio definitivo de preparación y evaluación, que determina la conveniencia o no, de llevar a cabo el proyecto en la forma de la alternativa seleccionada en la etapa anterior. Aquí se realizan los siguientes subestudios, muy afinados al nivel necesario para el proyecto en cuestión:

- Estudio de mercado.
- Estudio técnico.
- Estudio organizacional y legal.
- Estudio financiero.

Con todos estos estudios -que más adelante se revisarán con cierto detalle- se debe llegar a tener muy bien especificadas las características de operación del proyecto, habiéndose llegado a estimar los ingresos de fondos y egresos de fondos operacionales y no operacionales del proyecto a lo largo de su vida útil.

Una vez finalizados tales subestudios, es posible proceder a la evaluación económica definitiva, que debiera conducir a una decisión de inversión o no-inversión.

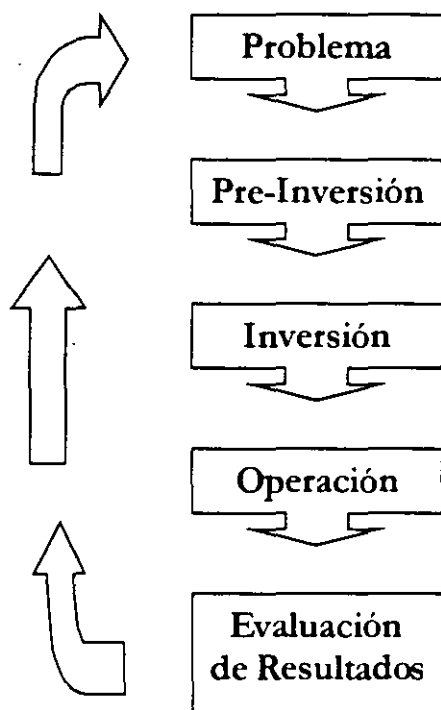
e) Proyecto definitivo

Incluye el estudio de factibilidad más el diseño final de ingeniería. Posteriormente, se procede a la ejecución y puesta en marcha del proyecto y, finalmente, a la que debiera ser la operación normal del proyecto.

2.2. El ciclo de vida de los proyectos

El ciclo del proyecto se inicia con un problema al cual debe buscársele solución. De manera general, los proyectos de inversión atraviesan por cuatro grandes fases: preinversión, Inversión, Operación y Evaluación de Resultados.

FASES DEL CICLO DEL PROYECTO



Estas fases, a su turno, pueden desdoblarse en subfases (que denominaremos etapas) de las cuales varias o todas pueden ser recorridas por un proyecto, dependiendo de ciertos factores: su naturaleza, su complejidad, el volumen de inversión comprometido o las pautas establecidas por los organismos encargados del financiamiento.

A. Preinversión

Consiste en el proceso de elaboración y evaluación del proyecto que se llevaría a cabo para resolver el problema o atender la necesidad que le da origen.

La preinversión se desagrega en las siguientes etapas:

idea: en esta etapa, se identifica el problema o la necesidad que se va a satisfacer y se identifican las alternativas básicas mediante las cuales se resolverá el problema.

perfil: en esta etapa se evalúan las diferentes alternativas, partiendo de información técnica, y se descartan las que no son viables. Se especifica y describe el proyecto con base en la alternativa seleccionada. Por lo general, la información en que se apoya la elaboración del perfil proviene de fuentes de origen secundario.

prefactibilidad: en esta etapa se realiza una evaluación más profunda de las alternativas encontradas viables, y se determina la bondad de cada una de ellas.

factibilidad: en esta etapa se perfecciona la alternativa recomendada, generalmente con base en información recolectada especialmente para este fin.

diseño: una vez decidida la ejecución del proyecto, en esta etapa se elabora el diseño definitivo. En las etapas anteriores se pueden haber elaborado diseños preliminares, pero los diseños definitivos e ingeniería de detalle -especialmente en el caso de los proyectos más complejos y de mayor monto de inversión- solo se justificará efectuarlos a partir del momento en que se cuente con el dictamen de viabilidad y con la decisión favorable del financiamiento.

El anterior proceso es iterativo y no necesariamente todos los proyectos atraviesan por cada una de las etapas (ver gráfico más adelante).⁵ /

La preinversión facilita un proceso de evaluación-decisión orientado a verificar la pertinencia, viabilidad y conveniencia del proyecto antes de asignarle los recursos solicitados. Entre otros, por lo menos tres aspectos deben ser verificados:

- que el proyecto es una buena solución al problema planteado;
- que la alternativa seleccionada es más conveniente que las desechadas y que no hay a disposición otra alternativa mejor, y
- que el proyecto demuestra estándares técnicos e indicadores de rentabilidad eficientes respecto a proyectos similares.

En relación con un proyecto, generalmente intervienen diversos protagonistas (personas, entidades) y cada quien deseará que el proyecto responda razonablemente a sus intereses u objetivos institucionales, los cuales no siempre son coincidentes entre ellos. Cada cual mira al proyecto desde su propia perspectiva y conveniencia y, por tanto, puede aplicar sus propios criterios de valoración.

Así, por ejemplo, el promotor, el diseñador, el ejecutor, la entidad financiera, el organismo planificador, el ejecutivo local, el Consejo Municipal, la comunidad y los usuarios constituyen un conjunto de entes directa o indirectamente asociados al desarrollo de un proyecto. Sus opiniones y criterios deberán ser tenidos en cuenta a fin de detectar oportunamente eventuales congruencias o divergencias para evitar decisiones inconvenientes o fracasos posteriores.

⁵ / Hay un principio básico que rige la asignación de recursos en información y que debe ser tenido en cuenta en estas etapas de desarrollo del proyecto: "si el costo de obtener información adicional para pasar de una etapa a otra (de perfil a prefactibilidad, por ejemplo) es mayor que el beneficio derivado de esta acción, la decisión de aceptación o rechazo de un proyecto debería estar en condiciones de tomarse sin proceder a la etapa siguiente".

De todas formas, el grupo responsable por la elaboración del proyecto, si bien deberá ser permeable a las opiniones y sugerencias de los actores externos (evaluadores directos o indirectos), también deberá estar permanentemente atento para que el proyecto, durante su diseño-evaluación no sufra -como suele suceder- una metamorfosis que lo desvíe de los objetivos sustantivos nacidos de la definición del problema original.

Como fruto del proceso de evaluación podrán introducirse modificaciones al proyecto elaborado, podrá decidirse su aplazamiento, podrá integrarse o fusionarse con otro proyecto que pretenda objetivos complementarios, podrá negarse su autorización por estimarse inconveniente o injustificable, o podrá aprobarse sin ninguna reformulación.

Las dos primeras etapas -idea y perfil- corresponden a la preocupación central de esta guía metodológica.

B. Inversión

Contempla todas las acciones destinadas a materializar el proyecto.

EJECUCIÓN: en esta etapa se materializa el proyecto.

Es importante tener en cuenta una serie de actividades de preparación de la implantación, como las siguientes:

- a) Revisión y actualización del Documento-Proyecto (sobre todo cuando haya transcurrido un tiempo considerable entre la identificación del proyecto y la decisión final, ya que las circunstancias pueden haber cambiado).
- b) Actualización y detalle de cronogramas para la ejecución del Proyecto.
- c) Negociación de créditos y de recursos destinados al proyecto, a fin de garantizar que se provean en las condiciones más favorables y que se encuentren disponibles oportunamente para la ejecución.
- d) Organización institucional y administrativa del Proyecto y definición sobre la responsabilidad de implantación (ejecución directa, contratada o con participación de la comunidad).
- e) Gestión de recursos humanos (reclutamiento, selección, incorporación, entrenamiento) y materiales (licitaciones, contrataciones y adquisiciones).

La implantación (o instalación), está constituida por el conjunto de actividades necesarias para dotar al proyecto de su capacidad productiva. Es la etapa en que se efectúan las inversiones físicas y termina cuando se entrega una unidad en condiciones de iniciar la generación de los bienes o servicios con los cuales el proyecto deberá cumplir sus objetivos específicos.

Así, por ejemplo, la fase de implantación de un proyecto de agua potable consiste en la instalación técnica de todo el sistema (captación, planta, red de distribución) y en la organización de una unidad administrativa con la capacidad para iniciar y mantener la operación del Proyecto.

La etapa de implantación requiere de un sistema gerencial que posibilite:

- a) La realización del proyecto dentro de los tiempos programados.
- b) El cumplimiento de las actividades dentro de los costos preestablecidos.
- c) La ejecución de las actividades de acuerdo con las especificaciones técnicas predeterminadas.

El término de la etapa de implantación del proyecto se da con la "puesta en marcha", o sea cuando la capacidad instalada se prueba y se hacen los ajustes del caso, para verificar que el proyecto está en plenas condiciones de operar.

C. Operación

Una vez instalado, el proyecto entra en operación.

En esta etapa, también denominada producción o funcionamiento, el proyecto adquiere su realización objetiva, es decir, que la unidad productiva instalada inicia la generación del producto (bien o servicio) para el cumplimiento del objetivo específico orientado a la solución del problema o a la satisfacción de la necesidad que constituyó el origen del proyecto.

El proyecto se convierte en una unidad transformadora de operación permanente, mientras subsista la necesidad que pretende atender. El proyecto se "institucionaliza" mediante la creación de una organización responsable por su operación en el tiempo, o mediante la entrega de dicha responsabilidad a una entidad ya existente.

Comparativamente con la etapa de implantación, la operación requiere un sistema gerencial diferente. Su preocupación ya no es la realización de actividades no repetitivas en carrera contra el tiempo, sino, más bien, la administración de un sistema que recibe unos insumos, los transforma y entrega productos, dentro de un proceso con características repetitivas y de operación permanente.

A medida que la fase operativa del proyecto avanza, la gerencia debe estar atenta para introducir modificaciones o mejoras que aumenten la eficiencia del sistema. Pero hay otras dos situaciones que se van presentando en el tiempo:

- a) la necesidad de ampliación del sistema para extender su cobertura a nuevos usuarios,
- b) el desgaste y obsolescencia de las instalaciones y equipos van implicando la necesidad de renovación-reposición.

¿Termina aquí el ciclo del Proyecto?

La respuesta a la pregunta es: ¡No!

D. Evaluación de resultados

Si el proyecto es la acción-respuesta a un problema, es necesario verificar después de un tiempo razonable de su operación que efectivamente el problema ha sido solucionado por la intervención del proyecto.

De no ser así, se requiere introducir las medidas correctivas pertinentes. Además, el diseño del proyecto puede contemplar la generación de otros efectos en su ambiente, y se hace necesario, por tanto, constatar si tales efectos se han producido en la dirección e intensidad deseadas y qué tipo de nueva realidad se ha configurado como consecuencia del proyecto.

Es común que durante las anteriores fases los proyectos sufran metamorfosis, modificaciones y readecuaciones que impliquen adiciones o cambios en los objetivos hasta llegar a darse el hecho de que se desdibuje o distorsione el objetivo inicial y, como el objetivo postulado nace de una necesidad, será necesario preguntarse: ¿En qué grado el proyecto, durante su vida operativa ha contribuido efectivamente a satisfacer la necesidad original?

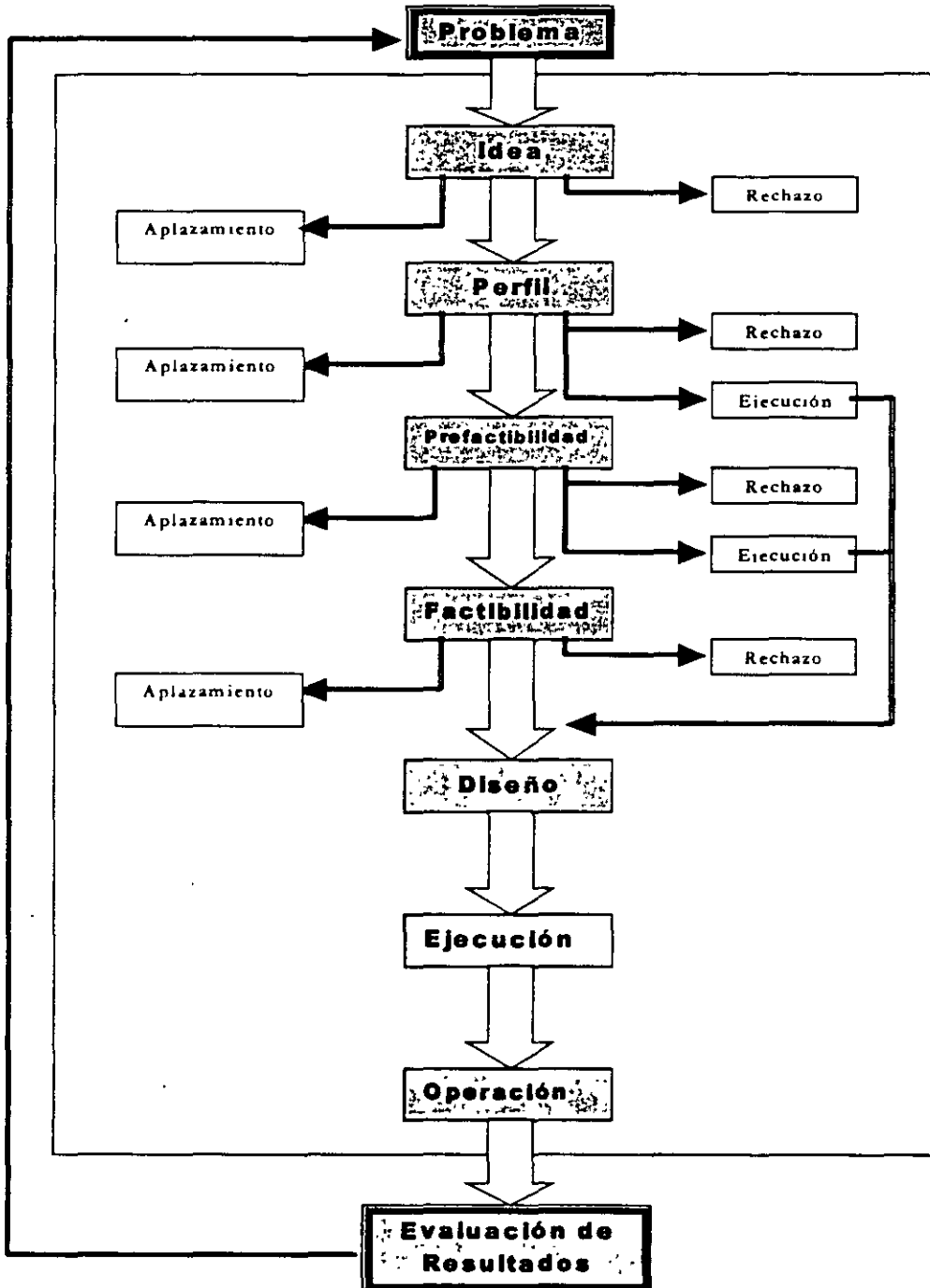
Por otro lado, el ambiente es cambiante y en el tiempo pueden modificarse las condiciones exógenas al proyecto, pueden variar las características del problema o pueden haberse modificado el tipo y nivel de la necesidad original.

La evaluación de resultados (ex-post) trasciende el control de gestión de las fases de inversión y de operación preguntándose si la presencia y utilización social del producto está contribuyendo eficazmente a generar resultados en el ambiente de su jurisdicción, mediante la efectiva solución del problema original, atención de la necesidad identificada y efectos derivados atribuibles al proyecto. La evaluación de resultados "cierra el ciclo", preguntándose por los efectos de la última etapa a la luz de lo que inició el proceso: el problema.

La evaluación de resultados tiene por lo menos dos objetivos importantes:

- Evaluar el impacto real del proyecto ya entrado en operación, para sugerir las acciones correctivas que se estimen convenientes.
- Asimilar la experiencia para enriquecer el nivel de conocimiento y de capacidad, para mejorar así los proyectos futuros.

ETAPAS EN EL CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS



2.3. Formulación o preparación de proyectos de inversión

Se revisará con algún grado de profundidad, cada uno de los principales estudios que permiten formular el proyecto definitivo y que conforman lo más sustancial de los estudios de preinversión.

Los aspectos de evaluación serán revisados en el capítulo 5, ya que ésta se realiza sólo una vez que se ha completado el resto de los estudios al nivel requerido.

En atención a que el sector público es el principal promotor de los proyectos de manejo de RSU y dado el público objetivo al que está dirigido este manual, se omitirá en la presentación algunos aspectos que son más característicos de proyectos de inversión privados en condiciones competitivas. Asimismo, si bien la presentación será de carácter general, los ejemplos ilustrativos se relacionarán fundamentalmente con proyectos de manejo de RSU.

2.3.1. Estudio de mercado

En una perspectiva económica, el mercado de un bien o servicio es un ente abstracto en que interactúan la demanda y la oferta de tal bien o servicio, es decir, los requerimientos de unidades del bien o servicio y los ofrecimientos del mismo.

En la demanda se reflejan las necesidades, gustos e intereses de las personas o grupos demandantes (que perciben que el bien o servicio podría ser de utilidad para satisfacerlos):

En la oferta se reflejan las estructuras de costos y la tecnología (procesos productivos) de los oferentes (fabricantes o proveedores del bien o servicio).

No obstante, una perspectiva más moderna -ligada al gran auge de la disciplina del marketing- precisa que el mercado de un bien o servicio es el conjunto de personas naturales o jurídicas que tienen una necesidad similar y que están dispuestas a satisfacerla a través de tal bien o servicio. Por lo tanto, desde esa perspectiva, el mercado guarda relación sólo con la demanda. En esa misma perspectiva, se reconoce que existen distintos bienes o servicios que pueden actuar como satisfactores de una misma necesidad. Por ejemplo, la necesidad de tratamiento de los RSU recolectados puede ser satisfecha a través de servicios de incineración, de compostaje o de disposición en rellenos sanitarios, entre otros.

Para evaluar un proyecto resulta fundamental lograr un adecuado conocimiento del mercado que se intentará alcanzar con el proyecto, a fin de luego determinar la demanda potencial para el bien o servicio del proyecto, a través de la confrontación entre la demanda actual y proyectada por el bien o servicio (y sus subproductos) y la oferta actual y proyectada del mismo y de sus sustitutos, para el lapso de tiempo que considera el proyecto.

En el caso de la mayoría de los proyectos de manejo de RSU, la demanda está definida por las

necesidades de recolección, transporte, procesamiento o disposición final de los residuos por parte de una determinada población, pudiendo cuantificarse el mercado a partir del número de viviendas, familias o personas que requieren una satisfacción de tales necesidades o una solución a tales problemas, o bien, cuantificar la demanda a partir del número de prestaciones por unidad de tiempo que ello implicará. La demanda puede ser cuantitativa, falta de cobertura de alguno de los servicios, o cualitativa, por ejemplo la demanda de la población de pasar de un servicio de recolección convencional a uno de recolección selectiva con reciclaje en parte de la ciudad. Por su parte, la oferta está definida por el nivel o número de las prestaciones que actualmente intentan resolver tales problemas, cuya consideración es fundamental para estimar la brecha de demanda insatisfecha que el proyecto debiera cubrir, aún cuando en este tipo de proyectos no se da generalmente una condición competitiva de carácter tradicional.

Para un proyecto típico de inversión, en lo relativo a la demanda, a lo menos debiera considerarse los siguientes aspectos:

- a) Definir claramente el bien o servicio que el proyecto va a producir y el tipo de consumidor o usuario al que se dirigirá.
- b) Definir claramente el mercado geográfico que se piensa abastecer (local, regional, nacional, internacional, con sus especificaciones).
- c) Cuantificar la demanda actual por el bien o servicio (si el bien es nuevo, se considerará algún sustituto cercano), a través del consumo real en el mercado objetivo.
- d) Determinar las variables que afectan a la demanda. Un estudio histórico permitirá detectar algunas variables relevantes (generalmente, precio del bien o servicio, precio de sustitutos y complementarios, ingreso medio en el mercado objetivo, etc. para bienes de consumo; en el caso de bienes intermedios y de capital debe considerarse además los coeficientes tecnológicos).
- e) Estimar la cantidad demandada futura en el mercado objetivo, lo que implica una proyección en base a métodos de diversa índole (subjetivos, causales, de series de tiempo).

En el caso de un proyecto de manejo de RSU, es necesario determinar el mercado objetivo tipificado como aquel grupo de población que está afectada por el problema que el proyecto intenta resolver. Por ejemplo, en una ciudad con topografía difícil, es muy probable que existan grupos de población de escasos recursos cuyas viviendas se encuentran situadas en los lugares de más difícil acceso, lo que implica que prácticamente no se encuentren recibiendo servicio de recolección, con todas las implicancias sanitarias que ello conlleva. Un proyecto que apunte a resolver ese problema -por ejemplo a través de la ubicación de grandes contenedores comunitarios en tales vecindades, junto con campañas de educación medioambiental- definiría como su mercado objetivo al grupo de familias que serían beneficiadas con la operación del proyecto.

En consideración a que en los países en vías de desarrollo son múltiples las carencias en este ámbito, en la definición del mercado objetivo de un proyecto de manejo de RSU es importante

considerar las políticas gubernamentales, a partir de las cuales es posible establecer prioridades. Ello conducirá en ocasiones a que se defina un mercado objetivo que no considere a todos los grupos que sufren la carencia en cuestión.

Asimismo, debe considerarse como referencia los estándares y condiciones sanitarias exigidas por las autoridades de salud.

Una vez establecido cuál es el mercado objetivo del proyecto de manejo de RSU, a lo menos debe establecerse las siguientes características de la población en cuestión: nivel socioeconómico, a partir del cual es posible inferir las posibilidades reales que tiene esa población de acceder al servicio, sus posibilidades de financiamiento y la necesidad de programas especiales de apoyo para que el proyecto tenga éxito; y la cantidad de población en el mercado, tanto en términos absolutos (número de viviendas, hogares, o personas) como en porcentaje en relación a la población potencial (población global que tiene la carencia) y a la población de referencia (población total en el área bajo estudio).

La proyección de la demanda se realizará tomando como base la población actual en el mercado objetivo y las tasas proyectadas de densificación de la población en el sector. Para los efectos de la proyección, es muy importante considerar, además, algunas características de la zona que pueden condicionar de alguna forma el aumento o disminución de la demanda a futuro, como por ejemplo: si se trata de un área de expansión urbana, si existen posibilidades de migración o inmigración, la existencia y características de los planos reguladores. En el Capítulo 1 se vio como ejemplo de esto la construcción de la "Matriz de Planeación" o matriz de la demanda proyectada para varios años.

Para un proyecto típico de inversión, en lo relativo a la oferta, a lo menos debiera considerarse los siguientes aspectos:

- a) Caracterizar la oferta actual del bien o servicio (competidores del proyecto) y de posibles sustitutos. Aquí puede verificarse si existe competencia o alguna distorsión como, por ejemplo, monopolio u oligopolio, si existe oferta nacional e internacional o sólo una de ellas, etc.
- b) Cuantificar la oferta actual del bien o servicio, en relación al mercado objetivo, lo que implica cuantificar volúmenes de producción, capacidades instaladas y utilizadas, destinos de la producción, etc.
- c) Determinar las variables que afectan a la oferta. Un estudio histórico permitirá detectar algunas variables relevantes (generalmente, precio del bien o servicio, precios de insumos y factores productivos, precios de bienes relacionados, tecnología, etc.).
- d) Esumar la cantidad que se ofrecerá del bien o servicio en el mercado objetivo, lo que implica realizar proyecciones que deben tener en cuenta la información sobre capacidad instalada y ociosa, planes de expansión de los fabricantes o proveedores actuales y futuros, la evolución del sistema económico, etc.

En el caso de un proyecto de manejo de RSU, la oferta está constituida por el volumen de servicio disponible actualmente para resolver el problema que el proyecto vendría a resolver.

En el ejemplo planteado más arriba, la oferta actual para aquellos hogares ubicados en lugares de difícil acceso sería el número de prestaciones de recolección de RSU que actualmente están recibiendo. En el Capítulo 1 se explicó como a través de los estudios previos de cada uno de los servicios se llega a determinar la oferta existente o sea la capacidad actual de cada servicio, como por ejemplo la capacidad de recolección diaria en toneladas que tiene la flota existente de vehículos recolectores.

En este tipo de proyectos, generalmente promovidos por entes públicos, no tiene mayor importancia realizar una proyección de la oferta, a menos que existan otros entes que pudieran promover proyectos tendientes a atacar el problema en el futuro. Obviamente, éste no es el caso de un proyecto de reciclaje promovido por un inversionista privado que sí tendría que preocuparse del eventual crecimiento (o decrecimiento) de la oferta de sus actuales y potenciales competidores.

Finalmente, se deberá estimar la participación del proyecto en el mercado, a partir del siguiente cálculo:

$$\text{Demanda insatisfecha} = \text{Demanda estimada} - \text{Oferta estimada (sin el proyecto)}$$

En el caso de los proyectos de manejo de RSU, esta demanda insatisfecha adopta habitualmente dos formas: un déficit de cobertura, cuando la población que tiene el problema es mayor que la efectivamente atendida actualmente, o bien, un déficit de calidad del servicio, cuando si bien no existe déficit de cobertura, el servicio es deficiente. (Ver anexo 2.1).

Dadas las características de este manual, se omiten aquí algunas consideraciones competitivas y de comercialización, que debieran ser parte de este estudio en proyectos productivos de índole privada.

2.2.2. Estudio técnico

Tal como el estudio de mercado permitirá obtener una proyección de los ingresos (y de los costos de distribución, promoción y publicidad, etc., en general, costos de ventas), el estudio técnico permitirá obtener una estimación o proyección de los costos de inversión y de los costos de operación.

Puede decirse que el proyecto queda efectivamente definido una vez que se ha definido detalladamente el producto (estudio de mercado) y se ha adoptado la decisión sobre "proceso productivo", tamaño y localización (elementos fundamentales del estudio técnico). Dentro del estudio técnico existen muchas interrelaciones entre los aspectos que se estudian; asimismo, este estudio se encuentra muy relacionado con el resto de los estudios (de mercado, legal, financiero, etc.), tanto influyendo en ellos como siendo influido por ellos.

Para simplificar la presentación, abordaremos el estudio técnico partiendo de una decisión sobre "proceso productivo", aunque el enfoque más habitual parte habitualmente con la decisión de "tamaño" (capacidad de producción).

a) Decisiones sobre proceso productivo

Se denominará proceso productivo a la forma en que un conjunto de insumos son transformados en un producto (o servicio), mediante una determinada tecnología (combinación específica de obra de mano, equipos, métodos, etc.).

Una vez terminado el estudio de mercado, se cuenta con una idea de cuál sería el "techo" para el tamaño del proyecto (capacidad de producción), de tal forma que aunque no se haya adoptado aún la decisión de tamaño, se está en condiciones de investigar sobre distintas alternativas de proceso productivo. Aquí debe entenderse claramente que a menos que la principal ventaja competitiva del proyecto radique en un determinado proceso productivo novedoso, deberá explorarse alternativas ya probadas (especialmente las que hoy utiliza la competencia directa que tendría el proyecto). Ello porque es muy riesgoso intentar la implantación de procesos que se encuentran aún a nivel de investigación y desarrollo.

El análisis de alternativas puede ser realizado a través del cálculo del costo anual equivalente por unidad para distintos volúmenes de producción (considerando que la decisión de tamaño aún no ha sido adoptada) y analizando además la disponibilidad de insumos y de factores productivos, la capacidad tecnológica y financiera, las posibilidades de expansión de la capacidad productiva y las disposiciones legales (por ejemplo, sobre contaminación). La noción de costo anual equivalente se halla en capítulo 5.

A este nivel, ya debiera contarse con una primera decisión, a ser afinada con la decisión de tamaño, la cual es fundamental.

b) Decisiones sobre tamaño

Se denominará tamaño del proyecto a su capacidad de producción (número de unidades) por unidad de tiempo.

Por ejemplo, Kgs. de material reciclado al mes, metros cúbicos de RSU recolectados al día, número de familias capacitadas en temas medioambientales al año, número de viviendas atendidas por semana, número de personas atendidas por mes, etc.).

En el caso de un proyecto de carácter más bien comercial (compraventa), el tamaño debiera ser considerado como su capacidad de stock (inventario) para la venta por unidad de tiempo.

No obstante, es necesario distinguir entre:

- Tamaño teórico, que es la capacidad de producción que -bajo condiciones técnicas óptimas- se alcanza a un costo unitario de producción mínimo.

- Tamaño máximo, que es la capacidad máxima de producción, sin importar cual sea el costo de producción.
- Tamaño normal, que es la capacidad de producción que -bajo las condiciones en que operará el proyecto- se alcanzaría a un costo unitario de producción mínimo.

Aquí debe entenderse que el concepto relevante es el de tamaño normal.

La decisión sobre tamaño debiera basarse en los siguientes aspectos:

- El tamaño del mercado al cual se puede o desea acceder, el que implica un "techo" para el tamaño del proyecto.
- La capacidad financiera de los inversionistas (fondos propios y capacidad de endeudamiento).
- La disponibilidad de insumos.
- El proceso productivo.
- La capacidad empresarial de los inversionistas.

La decisión final sobre tamaño dependerá fuertemente de un aspecto netamente económico (capacidad financiera) y de un aspecto técnico-económico (proceso productivo, el que determinará la posibilidad de alcanzar las denominadas "economías de escala").

La decisión meramente técnica, dado un tamaño de mercado y una capacidad financiera, implica un muy afinado estudio de distintas combinaciones de tamaño y proceso productivo.

c) Decisiones sobre localización

Implica determinar el área restringida donde el proyecto ubicará su(s) planta(s) de producción, aunque no se llegue a determinar aún la microlocalización (lugar preciso de ubicación).

Una vez determinado el tamaño y el proceso productivo, la localización está condicionada fundamentalmente por los siguientes aspectos:

- Ubicación geográfica del mercado.
- Tipo y ubicación de centros de distribución.
- Tipo y ubicación de los proveedores de insumos.
- Regulaciones (por ejemplo, prohibiciones o incentivos para instalarse en determinados lugares).
- Economías externas (por ejemplo, existencia de centros industriales).
- Aspectos de geografía física (factibilidad de instalación).

No obstante, en general, las fundamentales son: la ubicación geográfica del mercado y de los centros de distribución y el tipo y ubicación de los centros proveedores de insumos,

especialmente por el costo de transporte (aunque debe precisarse que este último no es importante en algunos casos, como -por ejemplo- en la venta de servicios y las empresas de venta al detalle, siendo en estos casos mucho más importante la decisión de microlocalización).

d) Decisiones sobre obras físicas

El tamaño, el proceso productivo y la localización aportan un marco para las obras físicas que deberá considerar el proyecto.

Aquí deben adoptarse decisiones concretas, considerando el cálculo de los costos involucrados, los que suelen ser bastante altos en un proyecto-empresa (edificios administrativos, bodegas, planta fabril, locales de venta, etc.).

e) Valuación económica de los aspectos técnicos

Una vez que se han adoptado todas las decisiones técnicas (incluyendo el tipo de maquinaria en el proceso productivo), debe realizarse una estimación final de los costos, desglosándolos en costos de inversión y costos de operación.

Se denomina costos de inversión a aquellos costos en que se incurrirá desde el momento en que se adopte la decisión de llevar a cabo el proyecto hasta su puesta en marcha. Generalmente, una parte importante se realiza al comienzo del proyecto, pero pueden producirse repeticiones cada cierto tiempo.

Se denomina costos de operación a aquellos costos necesarios para mantener en operación (en fase de producción) el proyecto, incurriéndose en ellos en forma relativamente continua a lo largo de la operación de éste. Se distingue entre costos fijos (aquellos que no dependen -en su cuantía global- del volumen de producción) y costos variables (aquellos que -en su cuantía global- fluctúan con el volumen de producción).

2.3.3. Estudio organizacional y legal

Estos dos subestudios generalmente no son considerados por algunos preparadores y evaluadores de proyectos, con lo cual cometen error de no considerar o realizar malas estimaciones de los costos asociados a la estructura y operación administrativa de la empresa-base del proyecto. Asimismo, en tales casos se evalúa el proyecto al margen de ciertos aspectos legales que pueden actuar como restricciones o como apoyos a la futura gestión y que también tienen incidencia en los costos (por ejemplo, en la forma de impuestos o multas).

a) Estudio organizacional

El estudio de proyectos debe lograr una especie de "simulación" del proyecto operando. Por lo tanto, no debe olvidarse que el proyecto es básicamente una empresa (o una parte de ella), lo que implica la necesidad de administración.

Si bien en este estudio no se pretenderá perfilar la estrategia global del proyecto, se requerirá que los inversionistas -contando con asesoría experta- adopten decisiones sobre la forma de administración (procedimientos administrativos) que se adoptará tanto en la fase de construcción y puesta en marcha del proyecto como en la fase de operación normal del proyecto, así como sobre la estructura organizacional que se requerirá para la operación del proyecto.

Tanto en la fase de construcción y puesta en marcha como en la de ejecución deberá considerarse la posibilidad de subcontratar servicios (transporte, fabricación de algunos componentes, etc., más allá de algunos ya considerados en el estudio de mercado como, por ejemplo, la publicidad).

La estructura y los procedimientos administrativos dependen en gran medida del tamaño del proyecto y -además- implican un conjunto de costos adicionales que aún no han sido considerados:

- Remuneraciones del personal administrativo.
- Obras físicas para la función administración.
- Equipos (muebles, útiles, máquinas de oficina, etc.) para la función administrativa.
- Instalaciones relacionadas con las comunicaciones (télex, fax, teléfonos, intercomunicadores, etc.).

Finalmente, en el caso de un proyecto-empresa, el estudio organizacional deberá considerar la forma de sociedad que se adoptará: sociedad de personas de responsabilidad limitada, sociedad anónima, cooperativa, etc., lo que dependerá en buena medida del estudio legal.

b) Estudio legal

Las leyes proveen un marco en el cual se desenvolverá el proyecto, actuando como restricciones y/o incentivos a éste. Los aspectos más importantes a estudiar son los siguientes:

- Aspectos legales que pueden hacer inviable el proyecto (etapa de identificación de la idea).
- Aspectos legales relacionados con la forma de sociedad que adoptará el proyecto-empresa. Debe discutirse aquí aspectos relacionados con las necesidades de capital y aquellos relacionados con los aspectos tributarios asociados en cada caso.
- Aspectos de legislación tributaria, laboral, comercial, civil, crediticia, de comercio exterior, etc., en el sentido de analizar sus efectos sobre los ingresos y/o egresos de fondos del proyecto (por ejemplo, leyes sociales en remuneraciones, impuesto al valor agregado y otros impuestos, sus tasas impositivas, franquicias y/o exenciones tributarias, contribuciones de bienes raíces, facilidades en zonas francas, etc.).

2.3.4. Estudio financiero

Los principales aspectos que debe considerar este estudio son:

- Determinación afinada del monto de inversión inicial, incluyendo el capital de trabajo inicial.
- Determinación de las alternativas de financiamiento para la inversión inicial y el análisis respectivo.
- Estimación de los flujos netos de fondos para la evaluación.

a) Monto de la inversión inicial

La inversión inicial tiene tres componentes: activos fijos, activos nominales y capital de trabajo inicial.

Activos fijos

- Terrenos.
- Obras físicas (edificios, estacionamientos, bodegas, etc.).
- Equipamiento (máquinas, muebles, herramientas, vehículos, etc.).
- Instalaciones complementarias (conexión a la red de agua potable, desagües, red eléctrica, etc.).

Activos nominales

- Gastos de organización (gastos legales, diseño del sistema de información administrativo, supervisión de la instalación, etc.).
- Gastos de puesta en marcha (por ejemplo, pruebas preliminares de los equipos).
- Gastos de capacitación.
- Patentes y licencias (permisos y patentes municipales, uso de marca, etc.).
- Imprevistos (generalmente se estima un porcentaje del total).

Capital de trabajo inicial

- Conjunto de recursos necesarios -en la forma de activos circulantes (bienes o derechos de relativa fácil liquidación, tales como dinero en efectivo y en Bancos, materias primas, cuentas por cobrar, etc.)- para la operación normal del proyecto durante su ciclo productivo, para una capacidad y tamaño determinados.

Se denomina "ciclo productivo" al proceso que empieza con el primer desembolso en pago de insumos y termina cuando los productos respectivos son vendidos y se recibe el ingreso de fondos provenientes de la venta. En general, este ciclo dura como mínimo 30 días y en varios casos puede durar bastante más tiempo.

Entonces, la idea de mantener un capital de trabajo consiste en que al empezarse el proyecto

se cuente con la "liquidez" necesaria para operar en este ciclo. Estos fondos se mantienen siempre dentro del proyecto, ya que son recuperados en las ventas y luego aplicados nuevamente en el siguiente ciclo.

Existen varios métodos para estimar el capital de trabajo inicial necesario para el proyecto, entre ellos el método del ciclo productivo y el método del déficit acumulado máximo, los que pueden ser revisados en textos de preparación y evaluación de proyectos.

En esta parte del estudio debe desarrollarse un cuadro en el cual se anote:

- Cada ítem de inversión inicial.
- Monto del ítem en unidades monetarias.
- Momento en que se lleva a cabo la inversión específica.

b) Determinación y análisis de las alternativas de financiamiento

Las alternativas de financiamiento para la inversión inicial pueden provenir de fuentes propias o de fuentes externas.

Fuentes propias

- Aportes de los socios en las sociedades de personas.
- Emisión de acciones en las sociedades anónimas.
- Presupuesto público en las organizaciones gubernamentales o estatales.

Fuentes externas

- Créditos de Bancos e instituciones financieras (nacionales o extranjeros).
- Créditos de organismos nacionales de fomento.
- Créditos de organismos internacionales.

Nota: en el caso de un proyecto de corte privado, una vez operando el proyecto, caben otras posibilidades internas (por ejemplo, utilidades después de impuestos) y externas (por ejemplo, emisión de bonos o debentures).

Algunos aspectos importantes a considerar son los siguientes:

- Si se usará crédito, los activos de largo plazo (la mayor parte de la inversión inicial) deben ser financiados con crédito de largo plazo, mientras que los activos circulantes (activos de corto plazo) deben ser financiados con créditos de corto plazo.
- La elección entre fuentes propias y fuentes externas depende -entre otras cosas- de: el monto a financiar y la disponibilidad de fondos propios para ello; la relación que exista entre la rentabilidad que pueden obtener los fondos propios en otra alternativa y la tasa de

interés de los créditos.

Para las alternativas de crédito deben elaborarse los cuadros de amortización y seleccionar aquella(s) no sólo más barata(s), sino también con un flujo de pagos que resulte "cómodo" para pagar con los fondos provenientes de las operaciones. Además, debe analizarse cuidadosamente la factibilidad de obtener tales créditos.

c) Determinación de los flujos netos de fondos para la evaluación

El flujo neto de fondos de un proyecto está compuesto por:

- Egresos de fondos por inversión inicial (I.I).
- Ingresos y egresos de fondos de operación.
- Valor de recuperación de los activos del proyecto al fin de su vida útil.

Nótese que aquí no se habla de "gastos" sino de "egresos de fondos" y no se habla de "ingresos" sino de "ingresos de fondos", lo cual indica que se está trabajando con "salidas de dinero" y "entradas de dinero" y no con conceptos contables.

Además, como el dinero tiene un valor asociado a la variable tiempo (valoramos más \$ 1 disponible hoy que \$ 1 disponible mañana), es necesario que para cada ingreso y egreso de fondos se tenga claro su momento más probable de ocurrencia.

Por ejemplo:

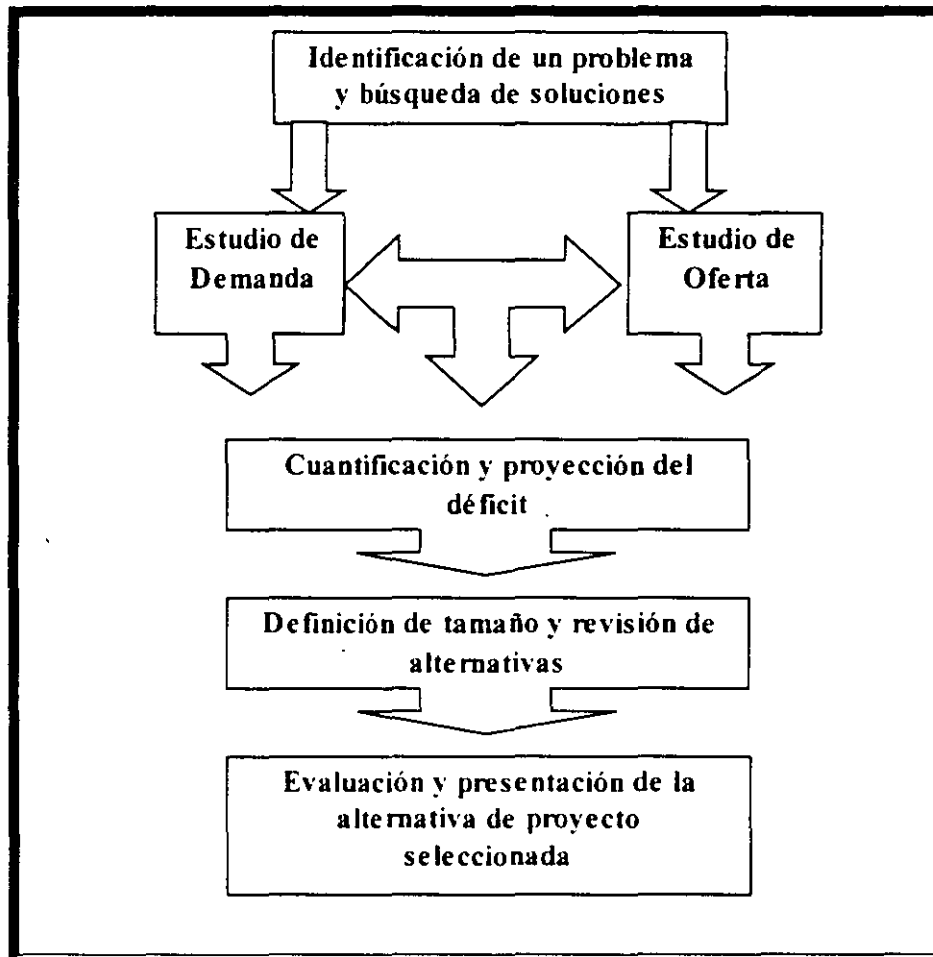
- Si se requiere adquirir una máquina en el momento 0 y ésta será pagada en el momento 1, debe considerarse el egreso de fondos en el momento 1.
- Si se venderá mercaderías en el momento 3 y se recibirá el dinero en el momento 2, debe considerarse el ingreso de fondos en el momento 2.
- Si un arriendo se pagará en forma anual anticipada, debe considerarse el egreso de fondos en el momento del pago.

Los únicos aspectos contables que se deberá considerar en este punto son las amortizaciones de gastos de organización y puesta en marcha y las depreciaciones de activo fijo físico (excepto los terrenos), los cuales si bien no son flujos efectivos de dinero afectan a los flujos netos de fondos, debido a su efecto en los impuestos a pagar por concepto de impuesto a las utilidades. A este nivel, se tiene claro prácticamente todos los ingresos y egresos de fondos y sólo habría que agregar los impuestos y los intereses por créditos.

Se profundizará sobre el flujo neto de fondos en el capítulo sobre evaluación de proyectos de inversión.

ANEXO 2.1.

ESQUEMA RESUMIDO DE PREPARACIÓN DE PROYECTOS



El algoritmo de la preparación de un proyecto, que se resume esquemáticamente en la figura anterior consiste básicamente en los siguientes pasos:

- i. **Identificación del Proyecto:** en esta primera etapa se trata de identificar el o los problemas que pueden estar aquejando a una determinada comunidad de forma tal que a partir de esta primera incursión se puedan establecer, en términos hipotéticos, sus posibles

alternativas de solución.

ii. **Diagnóstico de la Situación Actual:** el paso siguiente, una vez que se ha identificado el problema, es localizarlo, dimensionarlo y comprobar la efectividad y magnitud de la hipótesis de trabajo enunciada.

A modo de ejemplo, se presenta al final de este anexo la comparación entre oferta y demanda por atenciones de salud de un consultorio localizado en el área de estudio del proyecto.

iii. **Proyección del Déficit.** Una vez que se ha cuantificado el déficit, el paso siguiente es proyectarlo a un cierto número de años. Se trata, en otras palabras, de determinar como éste evolucionará en el tiempo en caso de que no se haga nada al respecto. (Ver capítulo 4).

iv. **Definición de Tamaño e Identificación de Alternativas de Solución.** Una vez que se ha cuantificado y proyectado el déficit se puede contar con un punto de partida para la definición del tamaño de las soluciones propuestas. En este punto es importante, cuando sea posible, identificar más de una alternativa de solución, con sus respectivos estudios técnicos de localización e ingeniería, procurando, así, seleccionar, entre ellas, la que sea económicamente más conveniente. (Ver capítulo 4).

Una alternativa que siempre se debe procurar identificar es la llamada **situación base optimizada**, que se refiere a aquellas posibilidades de solucionar el problema, o aminorarlo, recurriendo a la implementación de ciertas medidas de gestión o a la realización de algunas inversiones muy menores.

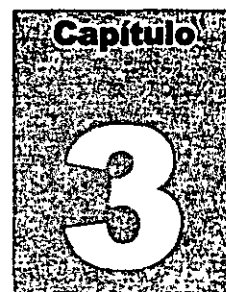
v. **Evaluación de la Alternativa Seleccionada.** Finalmente, se debe hacer la evaluación completa de la alternativa seleccionada, la que debe incluir el análisis de rentabilidad para determinar si, en definitiva, ella conviene que sea implementada.⁶ / (Ver capítulo 4)

⁶ / ILPES. Iván Silva Lira. "Preparación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo Local". Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones, (1997).

Ejemplo de demanda y oferta de un servicio:

CENTRO DE SALUD 1						
Programas de Salud	Grupos Etáreos	Oferta Anual de Atenciones	Población Asignada	Tasa de Atenciones Anuales	Demanda Anual de Atenciones	Balance Oferta Demanda
Infantil	0-14 años	20.000	8.000	3.30	26.400	-6.400
Materno	Mujeres 15-45	8.000	6.600	1.75	11.550	-3.550
Adulto	General 15 y +	42.000	20.000	2.00	40.000	2.000
Salud Bucal	Población General	28.000	28.000	1.00	28.000	0
TOTAL		98.000			105.950	-7.950

FUENTE: ILPES



3. Diagnóstico para la formulación de proyectos de inversión en el área de residuos sólidos

3.1. Introducción

Los proyectos de inversión en el área de residuos sólidos pueden adoptar distintas formas: un proyecto totalmente nuevo (por ejemplo, una empresa privada de tratamiento de residuos sólidos urbanos), la ampliación o modificación de un proyecto vigente (por ejemplo, la ampliación de un relleno sanitario actual), o bien, alternativas de mejoramiento u optimización de alguna fase específica del manejo de residuos sólidos de una determinada institución, ya sea en materia de recolección, transporte, disposición o procesamiento (por ejemplo, la instalación de contenedores en el plan de una ciudad para mejorar la fase de recolección-transporte), e incluso en temas anexos, tales como educación ambiental o comunicaciones dirigidas a la comunidad en torno a la gestión de los residuos, entre otras.

Estos proyectos surgen en prácticamente todas las comunidades humanas modernas y se caracterizan por el interés que en ellos tienen -desde distintas perspectivas- distintos actores de tales comunidades, tanto individuos como organizaciones, públicos y privados (familias, juntas de vecinos, municipios, organismos de salud, empresas, etc.). Ello implica que en torno a ellos pueden generarse conflictos de intereses que es necesario compatibilizar en la medida que ello sea posible, en pro de un mayor bienestar social.

Asimismo, en los proyectos de residuos sólidos adquieren importancia una serie de variables que escapan al manejo de quienes los formulan (la hidrología, meteorología, geotecnia, geografía, sismología de la localidad, los aspectos económicos, socioeconómicos, demográficos de la comunidad, así como las normativas legales y medioambientales). No menos importante

resulta el hecho de que la mayor parte de estos proyectos deben ser emprendidos por los municipios, inmersos en una crónica situación de escasez de recursos para enfrentar las múltiples tareas que se les ha encomendado, entre las cuales el aseo ocupa, muchas veces, un lugar secundario (comparado con educación, salud y seguridad ciudadana, por ejemplo).

3.2. Identificación del problema

Tal como se mencionó en el capítulo anterior, todo proyecto de inversión debe apuntar a la resolución de un problema o a la satisfacción de necesidades insatisfechas. Ello obviamente implica que la primera actividad a realizar en el diagnóstico sea precisamente la identificación del problema que el proyecto deberá resolver.

A este respecto, debe tenerse presente que probablemente se observarán más fácilmente las consecuencias o síntomas visibles del problema (por ejemplo, el incremento de los vertederos clandestinos), sin que aún se tenga del todo claro cuál es el problema o la necesidad insatisfecha y -menos aún- cuáles son sus causas. Puesto que atacar los síntomas de un problema difícilmente permitirá resolverlo o bien lo resolverá sólo en una perspectiva de corto plazo, es importante indagar respecto a las causas de tales efectos observables, a fin de que el proyecto ataque efectivamente sus principales causas.

Las principales modalidades de identificación de problemas específicos en el manejo de RSU son las siguientes:

- Confrontación de la realidad con los objetivos y políticas sectoriales, tanto a nivel nacional como a nivel local.
- Verificación del grado de cumplimiento de las normas sanitarias y ambientales, ya sea a través de la observación o de la información que proporcionen los organismos fiscalizadores.
- Determinación del grado de satisfacción de la comunidad con el servicio, ya sea a través de sus demandas o del resultado de encuestas periódicas.
- Comparación de la realidad bajo análisis con la de otros países más adelantados en la materia.

En la definición del problema se debe tener muy presente especificar claramente las principales características de la población que se encuentra afectada: cantidad, características socioeconómicas y culturales, ubicación geográfica.

3.3. Diagnóstico de la situación actual

Para la formulación de un proyecto de manejo de residuos sólidos, es necesario reunir y analizar tanto antecedentes de carácter general como antecedentes técnicos y administrativos de la gestión. En consideración a que cada problema específico requerirá profundizar más en unos aspectos o variables que en otras, se presenta aquí un esquema de diagnóstico para el manejo integral de residuos sólidos en una ciudad, del cual deberá rescatarse lo fundamental para cada situación-problema particular.

Si bien este esquema es presentado más bien desde una perspectiva genérica, es importante destacar que los problemas en el área de residuos sólidos son generalmente de tal complejidad que requieren ser estudiados por equipos de carácter multidisciplinario y requieren de una activa participación y colaboración de los entes municipales o sanitarios y -cuando corresponda- de la comunidad afectada.

En el capítulo ya se presentaron algunos listados de lo que se tiene que hacer en los "estudios previos" para cada uno de los servicios. A continuación se detallan algunos de ellos.

3.3.1. Recopilación de antecedentes generales

Los principales antecedentes a recopilar en relación al área geográfica o zona de estudio y de su entorno son los siguientes:

a) Antecedentes geográficos y geomorfológicos

Se recopilarán los principales datos geográficos, tanto de carácter político como de relieve, completándolos con antecedentes geomorfológicos.

Esta información será de utilidad para una macroselección de los lugares de disposición final y asimismo por su carácter condicionante para el sistema de recogida.

b) Antecedentes geológicos, geotécnicos y sismológicos

Se recopilarán los principales datos geológicos, sismológicos y geotécnicos, a partir de las diferentes zonificaciones realizadas por organismos nacionales e internacionales y, además, se considerará la normativa vigente. Esta información será de utilidad en la microselección de lugares de disposición final.

c) Antecedentes hidrológicos y meteorológicos

Se recopilarán algunos de los más importantes parámetros locales como son las intensidades de lluvia y sus frecuencias, las avenidas de los ríos y arroyos para diferentes períodos de retorno de las tormentas, etc.

d) Antecedentes demográficos

Se recopilarán los principales datos demográficos, tales como: tamaño de población, tasa de crecimiento y densidad poblacional, composición por estratos socioeconómicos y distribución por grupos de edad y por áreas de residencia (urbana/rural). Esta información será utilizada principalmente para proyecciones relacionadas con la producción de residuos sólidos.

e) Antecedentes económicos

Se recopilarán los principales datos sobre la actividad económica del área en estudio. Esta información será de utilidad principalmente para el análisis asociado a las caracterizaciones de RSU y en los estudios relacionados con residuos industriales.

f) Antecedentes socio-económicos

Se recopilarán los principales datos de estratificación socioeconómica provenientes de las encuestas sociales y de otras fuentes. Esta información será utilizada principalmente en las caracterizaciones de RSU.

g) Antecedentes político-administrativos

Se recopilarán antecedentes que permitan conocer las bases de la gestión administrativa comunal o municipal: antecedentes constitucionales y legales de la administración estatal, antecedentes constitucionales y legales de los municipios y antecedentes del proceso de gestión municipal. Esta información proveerá un marco general para realizar posteriormente un diagnóstico de la gestión administrativa de los servicios de aseo municipales.

h) Antecedentes legales

Se recopilarán los principales antecedentes legales, las regulaciones ambientales, económicas y de política relacionadas con el servicio. Esta información conformará un marco a considerar tanto en la etapa de diagnóstico como en la de prospección y evaluación de alternativas.

i) Infraestructura y uso del suelo.

Se recopilarán antecedentes relativos a la infraestructura y uso del suelo del área en estudio, a través de los respectivos planos reguladores y de otros antecedentes que se puedan obtener en los municipios y otros organismos públicos. Esta información será de utilidad para determinar zonas de crecimiento y su relación con el aumento de la producción y de los centros de generación de RSU. Asimismo, cada plano regulador será una condicionante para la localización de lugares de disposición final.

3.3.2. Diagnóstico técnico

Las áreas en las cuales debiera centrarse la atención son las siguientes:

- Datos sobre generación y características de la basura.
- Limpieza viaria y de lugares de uso público.
- Limpieza de playas.
- Manejo en origen.
- Recolección y transporte.
- Microvertederos.
- Tratamiento y Disposición final.

a) Generación y Caracterización de residuos sólidos.

Utilizando técnicas de muestreo aleatorio, se determinará la generación unitaria y se realizará una caracterización y análisis de los RSU en la ciudad, idealmente considerando una estratificación socioeconómica.

Se debiera abordar los siguientes aspectos:

- Producción por cápita, actual y futura
- Producción total de residuos, actual y futura
- Producciones actual y futura de residuos per cápita según estrato socioeconómico.
- Peso específico de los residuos sólidos.
- Poder calorífico, humedad, CNP y otras características físico-químicas de los RSU.
- Composición de los residuos y de los elementos recuperables de los residuos.

b) Diagnóstico de limpieza viaria y lugares de uso público

Utilizando la información existente en la municipalidad y realizando la respectiva verificación en terreno, se describirán y analizarán todos los elementos que conforman el servicio de limpieza viaria y de uso público:

• **Tipo de gestión**

Por ejemplo si es privada, municipal o mixta, si existe un ente autónomo o no, etc.

• **Equipos de aseo de calles**

Se verificarán en terreno los distintos elementos que conforman estos equipos (marca, tipo, modelo, año capacidad, estado de conservación, etc.). Se observará el tipo de "carrito" utilizado por los barrenderos y se analizarán sus características en función del servicio. Se evaluará el equipo como así también su duración o vida útil.

• **Organización de las operaciones de barrido de calles**

A través de la información existente en el departamento de aseo y de la observación en

terreno, se describirá la ubicación de los cuarteles y los horarios, frecuencias y servicios por sectores de la ciudad.

Se verificará en terreno el cumplimiento de los horarios informados por el municipio y se constatará la frecuencia. Asimismo, se observará -en promedio- cuántas calles pueden ser atendidas hasta completar la capacidad máxima del recipiente de los carritos, así como el número y tipo de vehículos que recolectan este tipo de residuos, en caso de que los mismos no sean recolectados por los camiones de recolección convencional.

Se estudiarán los recorridos en los planos de las comunas, a fin de analizar posteriormente si son los más efectivos para el servicio en cuestión, considerando la ubicación de los cuarteles y la geografía-topografía de la ciudad.

- **Características y distribución del personal en los servicios de aseo**

Se describirá y analizará la dotación y las características del personal destacado para este componente del servicio, su distribución de funciones y el cuadro de edades.

- **Rendimiento de los trabajadores**

A partir de la información existente en el departamento de aseo correspondiente, se verificará en terreno la productividad de los trabajadores, expresada en rendimientos del tipo metros lineales/unidad de tiempo, considerando el tipo de superficie de barrido. Para esto se realizarán los pertinentes estudios de "tiempos y movimientos".

- **Recipientes públicos y contenedores**

Para efectos del diagnóstico, se analizarán en conjunto todas las características de esta componente del servicio y muy especialmente cómo se realiza el trabajo de acuerdo a lo programado en oficina. Se evaluará la programación del servicio y la ejecución de éste, esto último a través de los resultados del análisis de cada una de las componentes del servicio y de la observación de la forma en que operan en terreno los trabajadores.

Los resultados finales de este diagnóstico abarcarán dos aspectos muy relacionados con la calidad del servicio: su cobertura, su frecuencia y su eficiencia.

- **Cobertura del servicio.**

En el contexto de las características de cada sector de trabajo (arterias comerciales, sectores residenciales, etc.), se evaluará la cobertura a través de la medición y análisis del área de servicio como porcentaje del área total.

- **Frecuencia del servicio.**

En el contexto de las características de cada sector de trabajo, se evaluará la frecuencia a través de la medición y análisis del número de veces que se atiende cada área/semana.

- **Eficiencia**

Se determinarán las eficiencias, costos y rendimientos del servicio, para compararlos con los

macroindicadores de otras ciudades y estudiar la posibilidad de mejorarlos.

c) **Diagnóstico preliminar de la limpieza de playas**

• **Características de los residuos**

En base sólo a información secundaria y observación en terreno, se describirá la naturaleza de los residuos de playas.

• **Áreas de consideración para la limpieza**

Se determinarán los lugares que debieran ser considerados para el diagnóstico de la limpieza de playas, definidos por las autoridades responsables.

• **Almacenamiento**

Se describirán las formas de almacenamiento y se analizará el material y estado de conservación de los receptáculos, su cantidad y capacidad en relación al volumen de personas que visiten estos recintos y la generación esperada de residuos.

• **Transporte**

Se describirán los medios de transporte de los residuos desde las playas a sus lugares de disposición, incluyendo los servicios especiales. El análisis considerará las características de estos medios, los accesos y la forma de cargar los residuos.

• **Equipamiento**

Se describirán los recipientes y contenedores para recibir residuos en la arena misma, las herramientas o medios mecánicos que se ocupan para recoger los residuos desde la arena y las instalaciones si existen. Cada uno de estos medios será analizado desde el punto de vista de sus características, como de su adecuación al trabajo.

Para efectos del diagnóstico, se analizarán en conjunto todas las características propias de este componente del servicio, en el contexto de los diversos factores involucrados en la producción o generación de residuos, cómo se controla la disposición de estos residuos y -asimismo- se analizará los problemas que existen en este tema con la población flotante.

La evaluación preliminar de la calidad del servicio se realizará en función de las características propias de las playas en estudio y del perfil socioeconómico estimado de los usuarios.

Es importante destacar que -en algunos países- estos sitios no reciben atención en los períodos que no corresponden al verano o la primavera en situaciones muy especiales. Como excepciones puede citarse el caso de Brasil y países del Caribe.

d) **Diagnóstico preliminar del manejo en origen o almacenamiento y presentación.**

Se describirá el tratamiento que se da a los RSU en el origen, antes de ser arrojados al contenedor, en aspectos tales como el lugar de almacenamiento intraedificacional, las características de los contenedores o receptáculos domésticos y la higiene del lugar donde se depositan las basuras, entre otras.

Se describirá y se realizará un análisis de los planes de educación de la población, en base a la información existente en el departamento de aseo respectivo.

Dados los resultados del análisis anterior, se emitirá un juicio sobre los planes de educación ambiental descritos y se evaluará el manejo intraedificacional de acuerdo a criterios de eficiencia para la recogida.

e) **Diagnóstico de la recolección y transporte**

• **Equipos de recolección y transporte**

Se describirán los diferentes vehículos utilizados en el servicio de aseo y transporte, tipos de camiones y cajas recolectoras, su estado de conservación y su funcionamiento. Se verificará la relación existente entre los tiempos de funcionamiento y los tiempos ociosos. Con datos obtenidos en terreno, se generarán gráficas de rendimiento de los equipos utilizados, los que se compararán con los datos existentes en el municipio.

• **Organización de las operaciones de recolección y transporte**

Se describirán y analizarán las rutas de recorrido de los servicios de recolección, los sectores, frecuencias y horarios, a través de la información existente en el municipio y la respectiva verificación en terreno. Se analizarán y volcarán en los planos o GIS (Geographical Information System o mapas o planos electrónicos), las macrorutas de recolección, así como la ubicación de garages, oficinas, talleres, etc.

Se describirá la ubicación y organización de las distintas instalaciones donde se guarda el equipo y se analizará la existencia de calles en las que los camiones no puedan ingresar, lo que obliga a los recolectores a trasladar la basura de distancias lejanas, afectando los tiempos de recolección.

• **Características y distribución del personal en los servicios de recolección y transporte**

Se describirá y analizará la dotación y las principales características del personal destinado a esta componente del servicio, su cuadro de edades y distribución de funciones.

3. Rendimiento de los trabajadores en recolección y transporte

Dados los datos existentes en el municipio, se verificará en terreno los rendimientos de los trabajadores, considerando las características de los distintos lugares de recolección.

• **Estaciones de transferencia de RSU**

Si las hubiera, se localizarán las distintas estaciones de transferencia y se describirá su ubicación, instalaciones, maquinarias, forma de funcionamiento etc. Si en la actualidad no existieran equipos compactadores o específicamente estaciones de transferencia, se desarrollará el análisis como si existiese la necesidad de crearlas y desarrollarlas.

Para efectos del diagnóstico, se emitirá un juicio respecto a la forma en que los residuos se encuentran al momento de la recolección (bolsas bien selladas, tarros de basura sin colocarlos en bolsas, etc.), al manejo periedificacional y al rendimiento del personal en la recogida.

Además, se realizará un diagnóstico respecto a la cobertura del servicio de recolección y transporte, considerando los siguientes indicadores:

Población atendida satisfactoriamente: porcentaje de población a la que se le presta regularmente el servicio de recolección.

Población atendida deficientemente: parámetros de "satisfacción porcentaje de población atendida de manera deficiente o a la que se presta un servicio irregular de recolección. Para ello es importante definir previamente y con precisión y anterioridad los".

Población sin atención: porcentaje de población no atendida por el servicio de recolección de aseo. Se emitirá un juicio provisorio respecto a las causas de este problema.

Población flotante constante o estacional: se analizará cómo afecta esta población al servicio de aseo municipal. Será necesario conocer la afluencia de este grupo importante de personas a la ciudad y se deberá conocer -a través de estadísticas- el volumen de residuos que ellos podrían generar.

En cada caso, se ubicarán y señalarán en una carta geográfica los lugares de atención satisfactoria, deficiente y de no atención. Si la ciudad cuenta con un GIS electrónico se usará éste.

f) Diagnóstico preliminar de microvertederos

A partir de una definición operacional de "microvertedero" y a través de la observación en terreno, se verificará la existencia de microvertederos, elaborando un catastro de ellos y clasificándolos en "permanentes" o "transitorios"

Permanentes: si su localización es estable en el tiempo o si tienen cierta periodicidad. Podrían servir para localizar a futuro una estación de transferencia.

Transitorios: si su localización no es estable.

Esta clasificación deberá ser apoyada por los datos que se tenga de eventuales catastros anteriores.

Segregadores: en base a observación, se verificará en que volúmenes y cómo se maneja la recuperación de materiales por parte de este tipo especial de seleccionadores.

Se verificará qué lugares son los que frecuentan y qué es lo que principalmente recolectan para la venta posterior. Se verificará si estos segregadores tienen bases de trabajo cerca de los vertederos y si son autorizados para que ingresen al relleno para recuperar algunos materiales.

Se completará el estudio de la localización de microvertederos y sus volúmenes, abordándose asimismo una preevaluación de impacto ambiental de cada uno de ellos.

g) Diagnóstico preliminar de la disposición final

Se describirá y analizará cada uno de los aspectos relevantes del relleno sanitario en operación y de su funcionamiento.

- **Plano de ubicación y características básicas de los sitios de disposición final**

Se destacará en una carta geográfica la localización y la conformación del relleno sanitario. Se determinará a qué distancia queda el vertedero del núcleo urbano, las instalaciones existentes, la seguridad de los accesos y la calidad de suelos para que el vertedero pueda seguir existiendo o ampliado en ese mismo lugar.

- **Equipos empleados**

Utilizando los datos existentes en el municipio y la verificación en terreno, se describirán y analizarán los tipos de maquinarias utilizadas para el manejo de los residuos sólidos dentro del relleno sanitario: máquinas compactadoras, equipo de movimiento de tierras, equipos auxiliares (camionetas o camiones aljibes), etc. Asimismo se constatará la propiedad de los mismos, es decir, si pertenecen al municipio, son alquilados, privados de quienes gestionan el relleno, etc

- **Personal empleado y condiciones de trabajo.**

Se verificará en terreno la dotación y características de los empleados contratados para las distintas faenas dentro del relleno, sus actividades y sus condiciones de trabajo.

- **Calidad de los residuos sólidos domiciliarios**

En base a observación en terreno, se determinará aproximadamente la calidad de estos residuos, en comparación con sus características en origen.

- **Peso y/o volumen de los residuos sólidos domiciliarios**

En base a información existente en el municipio y observación en terreno, se realizará una estimación del peso y/o volumen de los residuos sólidos domiciliarios que ingresan al relleno, a fin de estimar la real cantidad de tales residuos en la disposición final. Si no existe una báscula en el relleno se pueden programar una serie de pesajes en alguna cercana.

- **Otros residuos**

Se determinará qué otros tipos de residuos ingresan al relleno, tales como lodos orgánicos, materiales de demolición, de poda, residuos industriales etc., a fin de estimar la composición de la masa total de residuos en la disposición final.

- **Problemas de contaminación ambiental**

Se verificará cómo el relleno afecta al medio ambiente a través de una pre-evaluación de impacto ambiental, lo que implicará considerar -además de los aspectos técnicos- otras características que -de una u otra forma- afectan al medio ambiente circundante de cada vertedero.

- **Problemas geotécnicos y geohidrológicos**

Se verificará en terreno los diversos problemas que tiene el relleno respecto a este tema. Los problemas geotécnicos que debieran ser evaluados son -entre otros- la estabilidad de los taludes al deslizamiento, la posibilidad de asentamientos y las fisuras que podrían producirse por efecto de los problemas mencionados o por fallas en la compactación. Se estudiarán asimismo las características de las aguas subterráneas como profundidad, flujo, grado de contaminación, etc.

- **Calidad del material de cobertura**

Se estudiará el material de cobertura, su procedimiento y frecuencia de aplicación, tanto para determinar si reúne las condiciones para el rol de cobertura, como para determinar si existen problemas o errores en el procedimiento aplicado.

- **Definición de requerimientos sismo-resistentes**

Se evaluará si el relleno cumple con las condiciones sismo-resistentes mínimas correspondientes al diseño inicial. Se evaluarán las condiciones de otras obras civiles relacionadas con la estabilidad del vertedero. Es importante tomar en cuenta el manejo de los líquidos percolados, como por ejemplo su drenaje y recirculación.

- **Diseño hidráulico y avenida de diseño**

Se verificará en terreno si las condiciones hidráulicas son las correspondientes al diseño inicial.

- **Obras de evacuación de aguas**

Se revisará si existen obras de evacuación de aguas y si están operativas. Estos valores serán corroborados con los datos de las pluviometrías de los últimos años.

- **Vida útil remanente del relleno**

Se realizará una estimación lo más afinada posible de su vida útil remanente, en base a la capacidad de terreno disponible y a la cantidad de RSU generados en la actualidad y su proyección al futuro.

Se realizará un diagnóstico del relleno y de sus condiciones de trabajo, en sus aspectos más básicos, apuntando a una prospección de posibles problemas que incluso pudieran llevar a suspender su actividad.

h) Caracterización de los residuos sólidos.

Utilizando técnicas de muestreo aleatorio, se realizará una caracterización y análisis de los RSU en la ciudad, idealmente considerando una estratificación socioeconómica.

Se debiera abordar los siguientes aspectos:

- **Producción total de residuos.**
- **Producción de residuos per cápita según estrato socioeconómico.**
- **Peso específico de los residuos sólidos.**
- **Poder calorífico, humedad, CNP y otras características físico-químicas de los RSU.**
- **Contenido de los elementos recuperables de los residuos.**

3.3.3. Diagnóstico preliminar de la gestión administrativa del servicio

Debe tenerse presente que incluso la mejor solución técnica a un problema de manejo de residuos puede fracasar si no se cuenta con una adecuada gestión administrativa. De ahí, que - en general- todo diagnóstico en este ámbito debiera considerar a lo menos un diagnóstico básico de aspectos administrativos del servicio.

- **Tipo de gestión**

Privada, municipal o mixta. Directa municipal o a través de un ente estatal.

- **Estructura organizacional del servicio de aseo municipal**

Confrontando los antecedentes técnicos del servicio de aseo municipal con la estructura organizacional y las descripciones de cargos, se determinará el grado de racionalidad administrativa existente y el grado de adecuación de la estructura organizacional.

- **Sistemas económico-financieros municipales relacionados con el servicio**

En base a los presupuestos y balances municipales, se establecerá aproximadamente la situación económico-financiera del municipio y especialmente la evolución del presupuesto asignado a los servicios de aseo en relación al crecimiento demográfico observado en la ciudad.

Se evaluará el sistema de costeo y el sistema de tarifas del servicio de aseo en el contexto de lo dispuesto en la legislación vigente y se compararán con el costo de los servicios.

- **Sistemas estadísticos y de planificación de los servicios de aseo**

Se evaluarán los sistemas estadísticos existentes y se determinarán brechas de información

relevantes para la adecuada administración del servicio.

Se evaluarán los sistemas de planificación del servicio de aseo y se determinará a priori la coherencia y factibilidad de los planes y/o programas futuros.

- **Otros estudios**

Existen otros estudios complementarios como por ejemplo; la determinación de los macroindicadores gerenciales de eficiencia, que permitirán establecer la base del sistema por mejorar, el registro de quejas existente, programas existentes de tratamiento, minimización y reciclaje, etc.

- **Retroalimentación**

Esta retroalimentación o sostenibilidad del sistema puede venir dada por inquietud o necesidades de la comunidad. Dando lugar al análisis temporal de factores endógenos y exógenos del sistema planteado que pueden hacer fracasar, peligrar o debilitar el logro de las metas. Así puede producirse la necesidad de ampliar el sistema de cobertura, modificar y mejorar los aspectos negativos que se detecten, con el fin de preservar y dar sostenibilidad al mismo.

3.4. Sostenibilidad de proyectos de inversión.

Podemos destacar dos definiciones del concepto de "sostenibilidad". La primera hace referencia a la sostenibilidad ecológica de un proceso de desarrollo global. Una definición común de desarrollo sostenible, en este sentido, es "el desarrollo que logra los propósitos del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus objetivos de bienestar". El enfoque en este tipo de "sostenibilidad" es amplio y de largo plazo.⁷

La segunda definición de "sostenibilidad" (que utilizamos en esta guía) se limita a analizar la capacidad de un proyecto de inversión de continuar produciendo beneficios una vez que entra en la fase de operación.

3.4.1. ¿En que consiste la SOSTENIBILIDAD de un proyecto?

Supongamos que dos municipios realizan por separado una serie de estudios para la recolección de sus residuos sólidos y que determinan dos sistemas de recolección diferentes, implantándolas al mismo tiempo. Si al cabo de un determinado espacio de tiempo el sistema de recogida del municipio "A" continua funcionando de forma correcta y el municipio "B" pasa a tener una recogida deficiente, podríamos decir que el sistema de recogida de residuos sólidos del municipio "A" era mas "sostenible" que el sistema del municipio "B".

Este mantenimiento de aceptable recolección en el caso del municipio "A" lógicamente es

⁷ / Véase: CEPAL, *El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente*, Santiago de Chile, 1991.

debido a multitud de factores que dan lugar a que su "sostenibilidad" sea positiva, factores que deben estar presentes durante todo la vida útil del proyecto.

La definición sugerida de sostenibilidad, como la capacidad de un proyecto de mantener el flujo de beneficios durante un periodo largo de tiempo, sugiere dos elementos de análisis. Primero decir que la definición se refiere a un proyecto de inversión. Sin embargo no es la sostenibilidad del proyecto como tal la que se quiere: se busca, más bien, la mantenibilidad física de lo invertido, la viabilidad financiera de largo plazo del proyecto, la existencia de instituciones con sistemas de gestión capaces de mantener el proyecto funcionando bien y que el recurso humano que lo sostiene tenga la capacidad de no dejar "caer" el proyecto. En segundo lugar, debe definirse un nivel "adecuado" de beneficios.

Así la sostenibilidad podrá ser alta, moderada o baja en términos de mantener ese nivel de beneficios. Por ejemplo se seguirá implementando los conceptos de calidad ambiental y salud, formando parte de los beneficios del proyecto y los cuales habrá que preservar como elementos de evaluación de beneficios y de sostenibilidad del proyecto.

3.4.2. Instructivo para el formato de sostenibilidad.

A continuación, y con arreglo a la definición de sostenibilidad anterior, sugerimos el siguiente formato (Sostenibilidad del Proyecto), el cual procura indagar si el proyecto evaluado tiene las tres condiciones básicas necesarias para resolver realmente el problema para cuya formulación fue concebido.

En primer lugar, es importante saber si existen (o es posible que existan) factores externos que retrasen la inversión, tales como procesos dispendiosos de licitación de algunos de los bienes necesarios, etc. También cabe mencionar factores de carácter exógeno (políticos, desastres naturales, climáticos, etc.)

En segundo lugar, que exista una alta posibilidad de que los elementos exigidos para la operación se encuentren disponibles, y en tercer lugar, que exista una posibilidad razonable de conseguir las fuentes de financiación, tanto en materia de inversión como de operación.

Para este efecto, se mencionan las siguientes preguntas:

Formato: Sostenibilidad del proyecto
Nombre del proyecto :
PREGUNTAS :

1.- Verifique si existen factores que pudieran retrasar la ejecución del proyecto. Por ejemplo., requerimientos de importación de bienes, proceso de licitación largo, negociación de fuentes de financiación con otras entidades, cambios políticos en los diferentes niveles de gobierno (nacional, departamental o municipal).
2.- Verifique que se han previsto todas las exigencias de operación y mantenimiento del proyecto durante su vida útil.
3.- ¿ Que nivel de posibilidad (alta, media, baja), le asigna a cada una de las fuentes de financiación tanto durante la inversión como durante su operación? Si es baja, ¿ Ha identificado fuentes alternativas de financiación?
4.- Verifique si el tamaño del proyecto (y sus aplicaciones futuras) se ajustan a las proyecciones de demanda por el bien o servicio que va a prestarse.
5.- Si el proyecto contempla la venta de bienes o servicios , ¿ Qué factores podrían obstaculizar el mantenimiento de los precios o tarifas en los niveles pensados al concebirse el proyecto?
6.- Estime, si es el caso, el coeficiente tarifa (precio) sobre el costo unitario y compárelo con los proyectos similares que estén en funcionamiento y que hayan tenido éxito.
7.- Califique (de alta, media o baja) la capacidad de la entidad que se encargará de la operación del proyecto. Si es baja, ¿ Ha considerado alternativas?
8.- Qué otras razones considera usted que pueden afectar la marcha del proyecto (institucionales, tecnológicas, competitivas, humanas, financieras, climatológicas, etc.).

FUENTE. ILPES (Francisco Mejía) "Manual de Identificación, Preparación y Evaluación de Proyectos".
Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones,(1993), pag. 97



4. Metodología para la identificación del problema y búsqueda de soluciones⁸ /

4.1. Identificación del problema

La aparición de un problema o la percepción de una demanda social requieren solución. Así, por ejemplo, la suciedad de las calles, el manejo de los residuos sólidos tanto domiciliarios, tóxicos como peligrosos, el desbordamiento del río que atraviesa la ciudad, el alto nivel de analfabetismo constituyen problemas que deben ser resueltos. Son señales que deben ser oportunas y adecuadamente percibidas por la autoridad municipal para analizarlas en mayor detalle y buscar las alternativas de solución dentro de los medios disponibles.

Lo anterior nos exige familiarizarnos con el uso de métodos de análisis y solución de problemas, y por ello es el tema objeto de esta unidad. La metodología que se presenta a continuación está basada en el "marco lógico", que es actualmente la más aceptada por las fundaciones y agencias de apoyo y crediticias.

A. Cómo identificar y resolver problemas

⁸ / El contenido de este capítulo constituye un extracto o está basado en el siguiente documento: Héctor Sanín Angel "Guía Metodológica General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Social" (ILPES, Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones, 1995)

Primer paso: Identificar el problema

Cuando afirmaciones como: "hagamos un dique", "construyamos escuelas", o "compremos más vehículos recolectores de basura" son el comienzo de la ejecución de los proyectos, las cosas generalmente terminan mal, pues no se sabe a qué problema pretenden responder esas acciones propuestas. Con estas formas de proceder se abren las posibilidades de incurrir en inversiones que no atienden necesidades sociales específicas, con el riesgo de sacrificar los recursos asignados.

No podemos llegar a la solución satisfactoria de un problema si no hacemos primero el esfuerzo por conocer razonablemente dicho problema. El punto de partida para solucionar un problema es **identificarlo** adecuadamente.

Generalmente los problemas se hacen evidentes por sus expresiones o manifestaciones externas, por la forma como afectan a una comunidad. Un problema se refiere a una situación que denota inconveniencia, insatisfacción, o un hecho negativo. Se puede resumir por la carencia de algo bueno, o por la existencia de algo malo.

Estas son cinco expresiones o identificaciones iniciales de problemas:

- Saturación en la red de saneamiento.
- Aparición de vectores (ratas, moscas, etc.), en los lugares de vertido.
- Deficiencia e ineficacia en el manejo del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos.
- Inundación del barrio por desbordamiento del río.
- Suciedad de las calles del municipio.

Se debe evitar definir el problema como la ausencia de una solución determinada, pues una ausencia de solución es la falta de una alternativa y dicha falta sólo podrá solucionarse con la existencia de esa alternativa. Esta forma de análisis es incorrecta, pues limita la búsqueda creativa de otras posibles soluciones. Ejemplo: si la pérdida de cosecha se define como un problema de "falta de plaguicida", esta definición sugiere que la solución es conseguir el plaguicida. Con ello se estarán excluyendo a la postre otras posibles e importantes alternativas, como el control biológico, o la prevención de plagas. En este caso una mejor definición del problema puede ser "pérdida de cosecha por existencia de plagas".

Cada **situación-problema** identificada requiere ser resuelta, pero para facilitar la propuesta de buenas soluciones es necesario antes **conocer mejor el problema**. El conocimiento del problema consta por lo menos de dos partes:

1. Conocer su importancia, sus incidencias, el peligro que representa, es decir, los efectos que ocasiona. Este examen nos lleva a verificar que el problema "vale la pena ser resuelto".
2. Conocer la razón del problema, a qué se debe su existencia, es decir, las causas que lo generan. Este conocimiento es la base para la búsqueda de soluciones.

B. Análisis y conocimiento del problema

Segundo paso: Examinar los efectos del problema

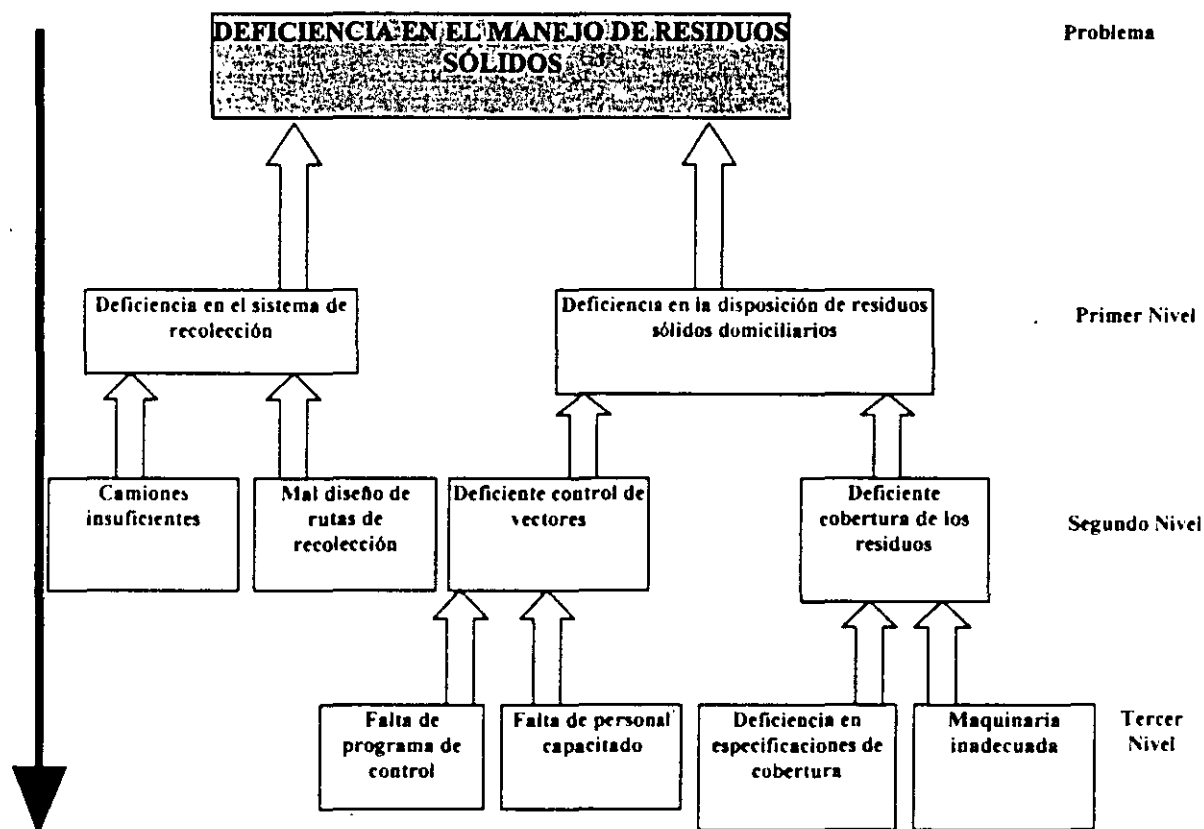
Ante la limitación de los recursos, el ejecutivo público debe formarse una noción preliminar de que el problema, en sí mismo o en competencia con otros, merece ser objeto de asignación de recursos para solucionarlo. Con el fin de conocer la trascendencia del problema puede examinar sus repercusiones mediante la exploración de los efectos que ocasiona. Los efectos pueden ser de dos tipos: los que ya se vienen percibiendo efectivamente y los que se constituyen en amenaza o peligro si el problema no es manejado oportunamente. Ambos deben incluirse.

El **Árbol de Efectos** es un excelente y sencillo instrumento para identificar las repercusiones encadenadas del problema. Consiste en representar gráficamente hacia arriba los efectos identificados como consecuencia del problema. Para su construcción podemos seguir estas instrucciones:

1. Coloque en un primer nivel los efectos directos o inmediatos del problema. Cada efecto nace del problema, lo que se representa con una flecha desde el problema hacia cada efecto inmediato.
2. Pregúntese para cada efecto de "primer nivel" si hay alguno o varios efectos superiores importantes que puedan derivarse de él. Representélos en un segundo nivel, derivándolos con flechas de abajo hacia arriba desde el efecto de primer nivel que opera como causa. Si a un efecto concurre como causa otro efecto de primer nivel ya representado, indique la interdependencia con una flecha.
3. Así, sucesivamente para otros niveles, hasta llegar a un nivel que se considere como el superior dentro de la órbita geográfica o institucional en que tenemos competencia o posibilidades de intervención.

Ejemplo. Manifestación del problema: Deficiencia e ineficacia en el manejo del sistema de recolección y disposición de los residuos sólidos.

ÁRBOL DE EFECTOS



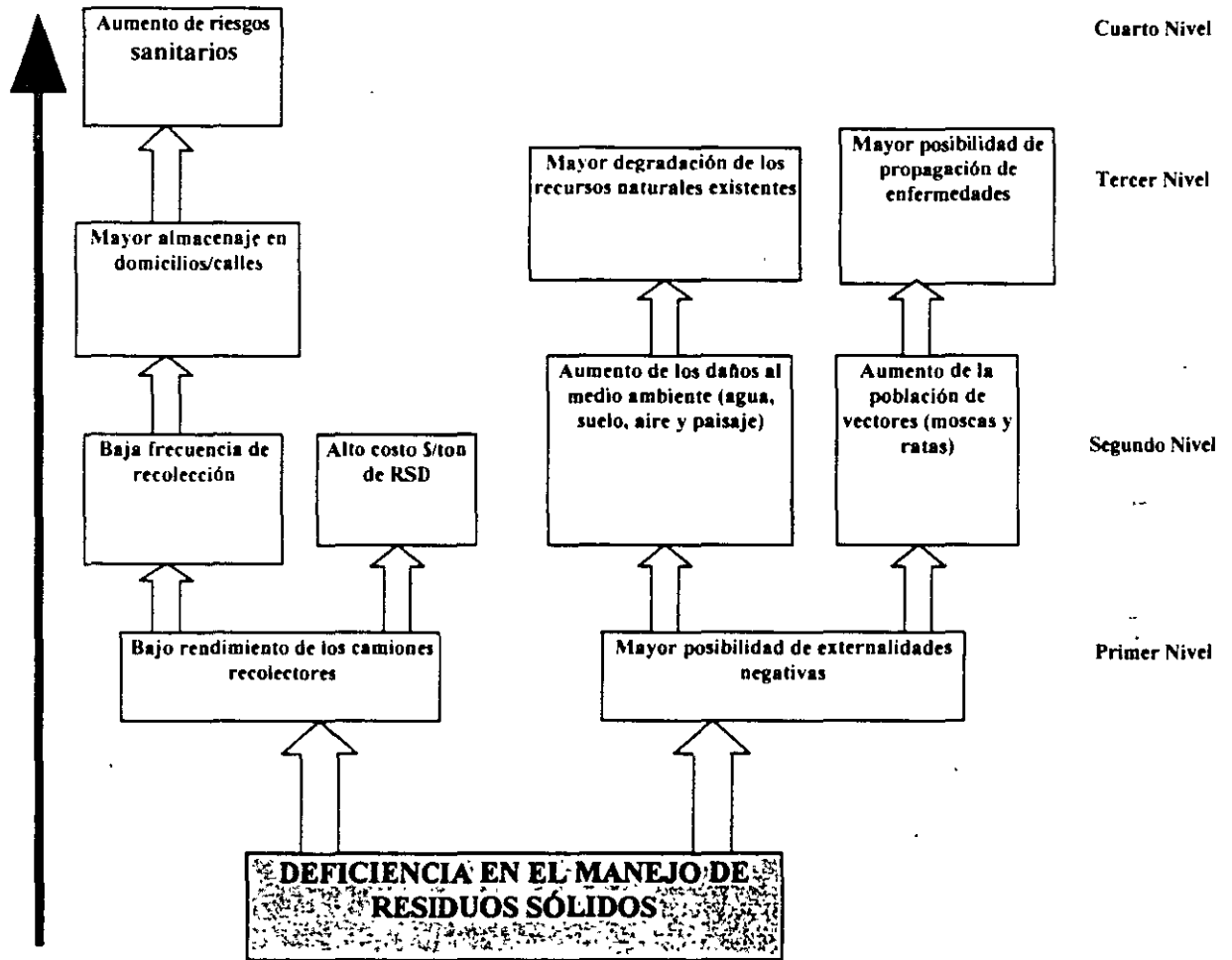
Tercer paso: Identificar las posibles causas del problema

Desde abajo se representan las causas posibles del problema central. A su vez, se buscan las causas de las causas, construyendo un árbol encadenado.

En principio conviene dar rienda suelta a la creatividad. Una buena definición del problema con sus cuadros de causas examinados sin restricciones iniciales aumentará la probabilidad de soluciones exitosas.

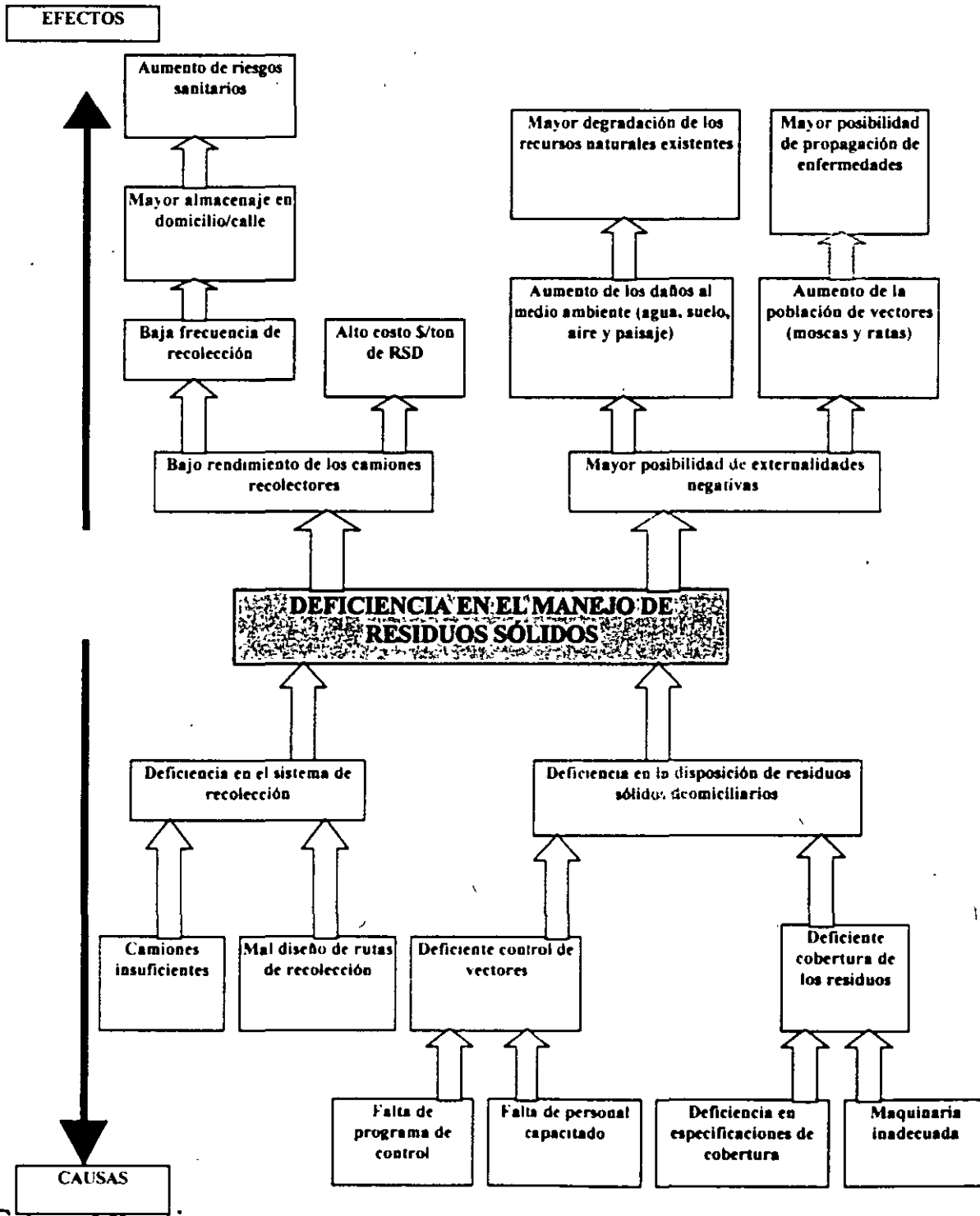
En nuestro ejemplo las causas han sido identificadas de la siguiente forma:

ÁRBOL DE CAUSAS



El empalme del "árbol de efectos" con el "árbol de causas" genera el "Árbol de Causas-Efectos":

ÁRBOL DE CAUSAS - EFECTOS



C. Objetivos

Cuarto paso: Definir los objetivos para la solución

La situación esperada que será alcanzada mediante la solución del problema puede ser expresada por la manifestación contraria del problema mismo: si el problema era **carencia**, la solución será **suficiencia**. Es como si dijéramos que el árbol de causas y efectos es el "negativo" de la película y su manifestación en contrario el "positivo" o revelado, es decir, el "Árbol de Objetivos". De aquí se desprenden las acciones a llevar a cabo en el estudio, las cuales se analizarán posteriormente.

Árbol de Objetivos

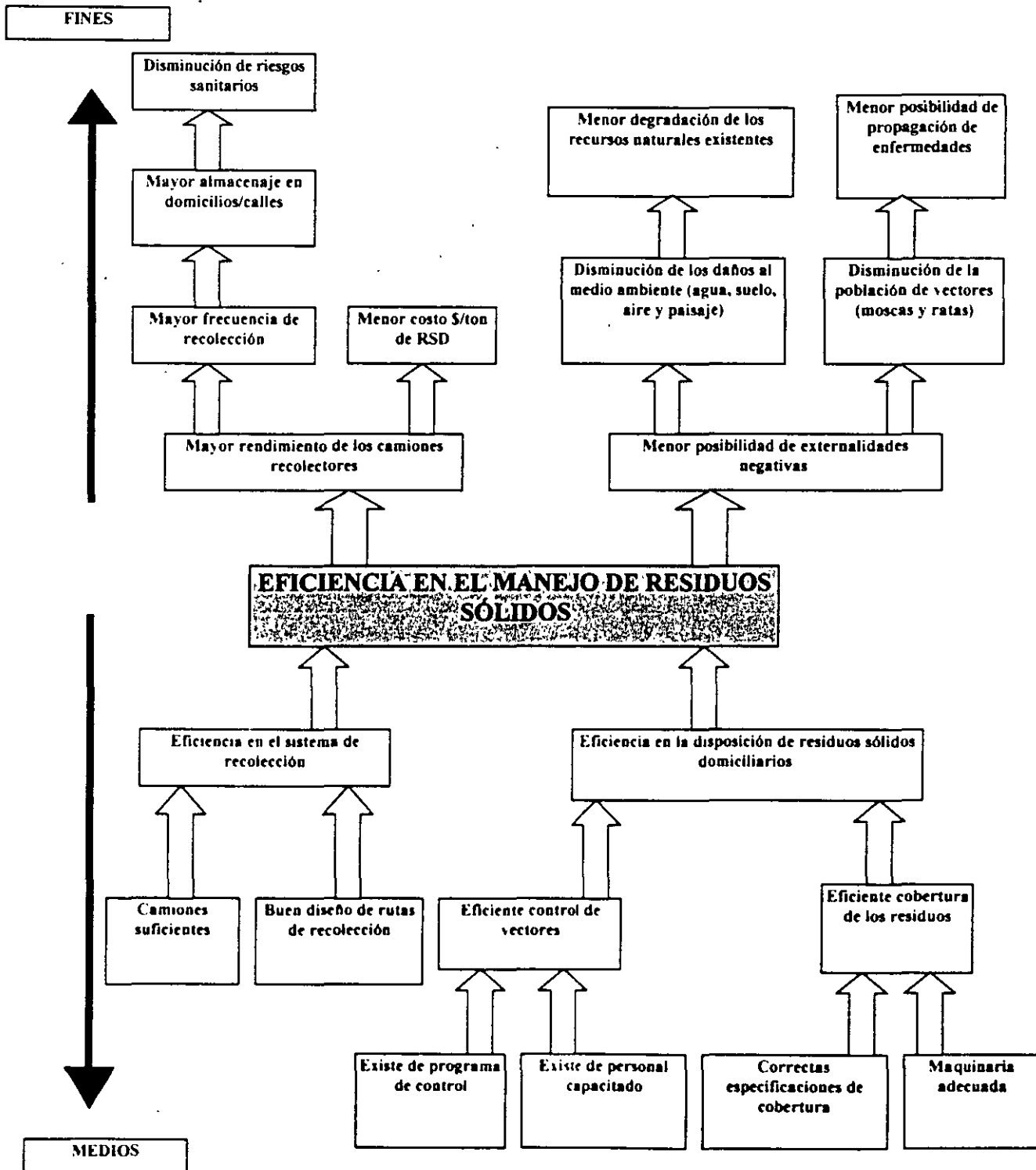
Como el árbol del problema era una secuencia encadenada de abajo-arriba de causas-efectos, el árbol de objetivos será el flujo interdependiente de **medios-fines**.

Una vez verificada la lógica y la pertinencia del árbol de objetivos, se dispone de referencias adecuadas para la búsqueda y planteamiento de alternativas para resolver el problema (acciones). Los "medios fundamentales" son los del nivel inferior: constituyen las "raíces" del árbol y en torno a ellos se deberán procurar las alternativas.

El análisis siguiente es: ¿Cuáles son las estrategias o acciones que posibilitan los medios inferiores del árbol de objetivos?

A continuación representamos el árbol de objetivos :

ÁRBOL DE OBJETIVOS

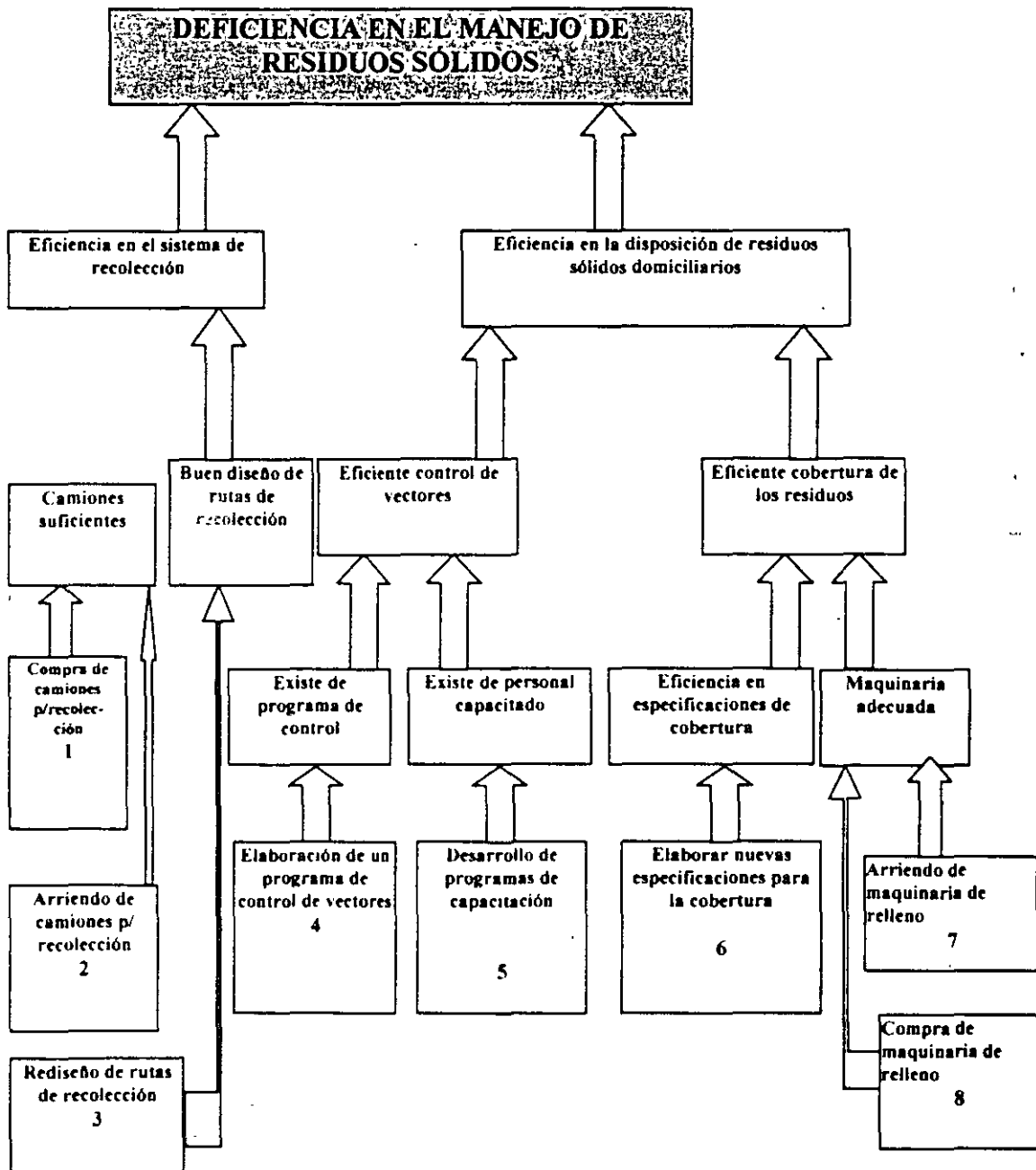


D. Búsqueda de soluciones

Quinto paso: Formular acciones para solucionar el problema

Para cada base del árbol de objetivos (medios fundamentales) se debe buscar creativamente una acción que lo concrete efectivamente en la práctica. En el ejemplo las acciones sugeridas son las reflejadas en el siguiente árbol:

Hemos definido un total de ocho acciones, estas son las siguientes :



- Acción 1 : Compra de camiones para recolección.
- Acción 2 : Arriendo de camiones para recolección.
- Acción 3 : Rediseño de rutas de recolección.
- Acción 4 : Elaboración de un programa de control de vectores.
- Acción 5 : Desarrollo de programa de capacitación.
- Acción 6 : Elaborar nuevas especificaciones técnicas para la cobertura.
- Acción 7 : Arriendo de maquinaria para relleno.
- Acción 8 : Compra de maquinaria para relleno.

4.2. Postulación de alternativas. Selección de las alternativas a través de la metodología.

E. Sexto paso: configurar alternativas viables y pertinentes

Las acciones propuestas deben examinarse en varios aspectos:

1. Analizar su nivel de incidencia en la solución del problema. Dar prioridad a las de mayor porcentaje de incidencia presumible.
2. Verificar el grado de interdependencia entre las acciones propuestas y agrupar las que sean complementarias. Cada agrupación de acciones complementarias podrá configurar una alternativa.
3. Verificar la factibilidad (física, técnica, presupuestaria, institucional, cultural) de las alternativas.

En el ejemplo se han conformado las siguientes alternativas:

ALTERNATIVA A:

La alternativa A, la constituye la siguiente combinación posible de acciones compatibles:

- Acción 1 : Compra de camiones para recolección.
- Acción 3 : Rediseño de rutas de recolección.
- Acción 4 : Elaboración de un programa de control de vectores.
- Acción 5 : Desarrollo de programa de capacitación.
- Acción 6 : Elaborar nuevas especificaciones técnicas para la cobertura.
- Acción 7 : Arriendo de maquinaria para relleno.

ALTERNATIVA B:

La alternativa B, la constituye la siguiente combinación posible de acciones compatibles:

- Acción 1 : Compra de camiones para recolección.
- Acción 3 : Rediseño de rutas de recolección.
- Acción 4 : Elaboración de un programa de control de vectores.
- Acción 5 : Desarrollo de programa de capacitación.
- Acción 6 : Elaborar nuevas especificaciones técnicas para la cobertura.
- Acción 8 : Compra de maquinaria para relleno.

ALTERNATIVA C:

La alternativa C, la constituye la siguiente combinación posible de acciones compatibles:

- Acción 2 : Arriendo de camiones para recolección.
- Acción 3 : Rediseño de rutas de recolección.
- Acción 4 : Elaboración de un programa de control de vectores.
- Acción 5 : Desarrollo de programa de capacitación.
- Acción 6 : Elaborar nuevas especificaciones técnicas para la cobertura.
- Acción 7 : Arriendo de maquinaria para relleno.

ALTERNATIVA D :

La alternativa D, la constituye la siguiente combinación posible de acciones compatibles :

- Acción 2 : Arriendo de camiones para recolección.
- Acción 3 : Rediseño de rutas de recolección.
- Acción 4 : Elaboración de un programa de control de vectores.
- Acción 5 : Desarrollo de programa de capacitación.
- Acción 6 : Elaborar nuevas especificaciones técnicas para la cobertura.
- Acción 8 : Compra de maquinaria para relleno.

Las alternativas se consideran en la práctica como excluyentes: (o se hace A, o se hace B). Las acciones 1,2 se tratan en el ejemplo como excluyentes y la 7,8 son igualmente excluyentes para el establecimiento de un sistema eficiente y eficaz de recolección y disposición de Residuos Sólidos Urbanos, es decir no pueden darse en la misma alternativa.

La acción 2,3,4,5 y 6 son complementarias entre sí y en cualquiera las combinaciones con las otras acciones. Son consideradas estrategias propuestas para el objetivo y por lo tanto será un componente común a las de alternativas.

Si en la verificación de incidencia encontramos que dos estrategias propuestas como alternativas no son excluyentes, entonces es bien probable que ambas se refuercen para el cumplimiento del objetivo. Y si ambas son de incidencia significativa en el logro del resultado esperado, deberían plantearse como componentes complementarios de la alternativa planteada.

Debe tenerse presente que el proceso de análisis es iterativo o retroalimentado: nunca se cierran las puertas, siempre debe ser posible incorporar nuevas alternativas o integrar varias que todavía se consideren como componentes complementarias de la solución.

EL RESULTADO DE ESTA ETAPA DE "IDENTIFICACIÓN" ES EL CONOCIMIENTO DE UN PROBLEMA Y LA POSTULACIÓN DE UN CONJUNTO DE ALTERNATIVAS ESTIMADAS COMO FACTIBLES PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA PLANTEADO.

Las alternativas resultantes deben ser analizadas en relación con el espacio geográfico y socioeconómico al cual están referidas, con el fin de especificar mejor el problema y de seguir verificando su factibilidad y pertinencia, como soluciones adecuadas al problema. Luego serán objeto de un desarrollo básico y de una evaluación correlativa para seleccionar la que mejor resuelva el problema y garantice el uso más eficiente de los recursos que le sean asignados.

4.3. Determinación de necesidades.

Determinación de necesidades y población-objetivo

DETERMINACION DE NECESIDADES Y POBLACION-OBJETIVO Objeto del análisis de población y demanda

A. **OBJETO DEL ANÁLISIS DE POBLACIÓN Y DEMANDA** Identificado un problema o percibida una necesidad social, es necesario abundar en su análisis para conocer adecuadamente la población asociada a dicha necesidad y determinar el tipo y cantidad de producto (bienes o servicios) requerido para su satisfacción.

Por **POBLACIÓN-OBJETIVO** entendemos el número de beneficiarios potenciales (personas, familias, empresas) con determinadas características, que exhiben la necesidad originaria del proyecto y a los que el proyecto estará en capacidad de atender.

El propósito del análisis de la demanda es, entonces, caracterizar y cuantificar la "población carente" actual, delimitarla en una referencia geográfica, estimar su evolución para los próximos años y definir, en calidad y cantidad, los bienes o servicios necesarios para atenderla.

Caracterización, delimitación, cuantificación y proyección de la población objetivo

En el proceso del análisis para la determinación de la demanda social, podemos identificar, de mayor a menor, tres tipos de poblaciones:

1. **POBLACIÓN DE REFERENCIA:** es una cifra de población global, que tomamos como marco de referencia para cálculo, comparación y análisis de la demanda.
2. **POBLACIÓN AFECTADA:** es el segmento de la población de referencia que requiere de los servicios del proyecto para satisfacer la necesidad identificada. También llamada población carente
3. **POBLACIÓN OBJETIVO:** es aquella parte de la población afectada a la que el proyecto, una vez examinados los criterios y restricciones, está en condiciones reales de atender.

Naturalmente, el ideal es que la población objetivo sea igual a la población afectada, es decir, que el proyecto pueda atender efectivamente a la totalidad de la población necesitada.

No obstante, restricciones de índole tecnológica, financiera, cultural, institucional, generalmente hacen que la demanda supere la capacidad de atención, por lo que en muchos casos será necesario aplicar criterios de factibilidad y definir prioridades para atender el porcentaje de población carente que permitan los recursos disponibles (por ejemplo, preguntarse por los estratos de la población que padecen con mayor nivel de rigor o de riesgo el problema).

El porcentaje no atendido del proyecto se constituirá en una **POBLACIÓN OBJETIVO POSTERGADA**, frente a la cual las autoridades públicas deberán estar atentas, para cubrir en planes posteriores, tan pronto se prevean nuevos recursos, o mediante otro tipo de acciones. Lo importante es no dejarla en el olvido: mantenerla bajo el foco de búsqueda de soluciones.

La **POBLACIÓN OBJETIVO** es la **META** del proyecto y constituirá la base de su dimensionamiento.

EJEMPLO DE RELACIÓN DE POBLACIONES

PROBLEMA	POBLACIÓN REFERENCIA	POBLACIÓN AFECTADA	POBLACIÓN OBJETIVO
CARENCIA DE AGUA POTABLE	Población total del municipio.	Población carente del servicio (25% del total de la población).	70% de la población afectada.
CONTAMINACIÓN POR AGUAS SERVIDAS	Total de viviendas en el casco urbano del municipio.	Número de viviendas sin red de desagüe (35% de las viviendas).	Zona occidental de la ciudad: 40% de las viviendas sin desagüe.
ANALFABETISMO	Números de habitantes mayores de 6 años.	Número de habitantes analfabetos mayores de 6 años de edad.	a) Total de analfabetos de 6 a 20 años. b) 50% de analfabetos mayores de 20 años.

Se requiere conocer adecuadamente la población afectada:

- a. En sus diferentes características, especialmente las que sean relevantes para el tratamiento del problema, como las socioeconómicas, culturales, edades, grado de avance del problema; ⁹ /
- b. En su dimensión geográfica: zona donde está ubicada y áreas de influencia correlacionadas con el problema;
- c. En su dimensión temporal: volumen actual de la población afectada, y estimación del crecimiento de dicha población durante los próximos años.

Métodos para estimación y proyección de la población.

⁹ / Ejemplos de estratificación poblacional para el estudio de la demanda pueden ser: clasificación socioeconómica (para fijación de precios), estructuras de edades (para proyectos recreativos); niveles educativos (para proyectos culturales); diferenciación por sexo (para proyectos de salud, de protección del hogar o de participación de la mujer).

En el Capítulo 1 ya se vieron algunos ejemplos de cálculo de las proyecciones de población. A continuación se amplían algunos de los conceptos empleados

Revisemos algunos métodos útiles y sencillos para la estimación de la población actual y la proyección sobre su crecimiento en el futuro.

a. Información actualizada disponible:

Tal información se puede tomar directamente de estudios realizados durante el último año: censos de población o estudios especiales que hayan sido elaborados por entidades a las que otorgamos confiabilidad. Pero esta es una situación excepcional, ya que los censos de población se llevan a cabo entre períodos bastante prolongados (normalmente cada 10 años) y, en ausencia de censos, los estudios específicos realizados puntualmente en el municipio también son la excepción.¹⁰ /

Normalmente, los datos que se publican de los resultados censales contemplan datos agregados: la población total del municipio, descompuesta entre hombres y mujeres y entre área urbana y zona rural. Si se desea conocer la población a un nivel menor (por ejemplo un conjunto de barrios que pueden constituir una "comuna", "distrito", "colonia" o "parroquia" según la nomenclatura del caso), se requiere extender la consulta específica a las instituciones nacionales o estatales que provean información estadística, precisando cartográficamente (sobre mapas) el contorno espacial al que se refiere la consulta.

b. Cálculo mediante una tasa de crecimiento asumida

Ejemplo: Se requiere conocer la población del Municipio para 1994. El último censo, realizado en 1990, arrojó una población de 69,275 habitantes. La tasa de crecimiento anual se estima en 4%.

Se asume que la población tiene un crecimiento "geométrico", dado por la siguiente expresión:

$$P_t = P_0 (1 + r)^t$$

P_t = Población en el año "t", que vamos a estimar.

¹⁰ / Es importante tener presente que para obtener datos desagregados a niveles territoriales muy pequeños el CELADE desarrolló el programa "REDATAM" Plus (Recuperación de Datos Censales para Areas Pequeñas por Computador). Se puede desagregar la información censal hasta el nivel de manzana. En Venezuela se dispone del programa, en la Oficina Central de Estadística e Informática.

P_0 = Población en el año "base" (conocida).
 r = Tasa de crecimiento anual.
 t = Número de años entre el "año base" (año cero) y el año "t".
Para nuestro ejemplo:

P_0 = 69,275 (población en 1990).
 r = 4% = 0.04 = tasa asumida.
 t = 4 años (1994 - 1990 = 4).
 P_t = es la población que averiguaremos para 1994.

Sustituyendo estos datos en la fórmula:

$$P_t = 69,275 \times (1 + 0.04)^4 = 69,275 \times (1.04)^4 = \\ = 69,275 \times (1.17) = 81,052$$

P_t = 81,052 habitantes para 1994.

Normalmente se asume como tasa de crecimiento la última tasa intercensal, es decir, la calculada con base en el crecimiento que la población objeto de estudio tuvo entre los dos últimos censos realizados.

d. Investigación de campo:

Si bien el método de cálculo por tasa intercensal es de uso común por su simplicidad y bajo costo, hay casos en que su aplicación se dificulta o lleva a resultados poco confiables, por varias razones:

- Que el último censo de población se haya efectuado hace ya bastantes años y que se posean indicios sobre cambios poblacionales recientes de tendencia (tasa de crecimiento) distinta a la última intercensal.
- Que haya serias dudas sobre la confiabilidad de el(los) último(s) censo(s). (Hacer un censo de población es una faena compleja, difícil y no siempre, por distintos factores, se cumple con éxito el conteo de la población).
- Que se requiera medir la población de un subconjunto pequeño (un barrio, un grupo de barrios) sobre el cual no se posean datos desagregados o simplemente no se disponga de ningún antecedente informativo.

En estos casos se puede acudir al **método de investigación de campo** con conteo de viviendas y aplicación muestral, el cual es de ejecución sencilla, de bajo costo y arroja resultados de buena confiabilidad.

Resumen de los pasos que se deben seguir:

- 1) Definición del conjunto espacial sobre el que se hará el estudio de población (el área urbana completa o una zona determinada de la ciudad).
- 2) Recopilación de cartografía disponible. Selección de la más actualizada, de mejor calidad y que tenga las escalas apropiadas.
- 3) Actualización cartográfica. Verificación sobre el terreno e inclusión de las novedades observadas: nuevos desarrollos, cambios de nomenclatura, etc.
- 4) Sectorización cartográfica y definición de áreas de enumeración. División en grupos de manzanas contiguas para programar el trabajo de campo.
- 5) Enumeración. Conteo y listado para cada manzana del número de "estructuras" de uso independiente: casas, apartamentos, locales comerciales, identificando -ante todo- las de uso residencial. Como resultado de la enumeración se tendrá un censo o "recuento" de viviendas; es decir, se sabrá cuántas viviendas hay en el área investigada.
- 6) Diseño y selección de la muestra. El concepto de viviendas proporciona el universo o marco muestral. Por algún método estadístico (asesorarse de un técnico muestrista si fuere necesario) se define el tamaño relativo de la muestra. Una muestra de 1/10 significa que de cada 10 viviendas se escogerá una. La selección debe hacerse por un método aleatorio (al azar, fortuito). Se identifican las viviendas a las que se aplicará el formulario de la muestra.
- 7) Encuesta muestral. Visita a todas las viviendas seleccionadas en la muestra y entrevista con aplicación del formulario diseñado para el efecto. Este debe ser sencillo y claro. Puede bastar apenas preguntar el número de personas que habitualmente residen en la vivienda. Téngase en cuenta que cada pregunta adicional dificulta la operación. Por ello debe incluirse sólo las preguntas estrictamente necesarias para los objetivos fundamentales de la investigación.
- 8) Crítica estadística y procesamiento. Verificación, por diferentes medios, de que la información obtenida es válida, y realización de los cálculos de población, así:

$$PHP = V_x \left[\frac{P}{V} \right]_m$$

PHP = Población de Hogares Particulares.
V = Total de viviendas contadas.

$$\left[\frac{P}{V} \right] = \text{Promedio de personas por vivienda obtenido de la muestra.}$$

- -m

A la población de Hogares Particulares se suma la Población de Hogares Colectivos (PHC): hospitales, asilos, conventos, cárceles, hoteles, horfanatos, campamentos, etc. Los datos de la población que allí reside regularmente se obtienen directamente, mediante entrevistas con los directores de dichos establecimientos.

La suma de las dos poblaciones nos da la POBLACIÓN TOTAL (PT):

$$PT = PHP + PHC$$

EJEMPLO:

Para el Estudio de Población de cierta localidad se recogieron las siguientes cifras:

- La enumeración de viviendas (paso 5) arrojó un total de 4,850 viviendas particulares.
- Se seleccionó una muestra del 10% o sea 485 viviendas (paso 6).
- La suma de las personas que vivían en esas 485 viviendas fue de 3.056 (paso 7).
- En Hogares Colectivos se registró una población de 268 personas.

¿Cuál es la población de dicha localidad?

La muestra ha arrojado una relación de:

$$\left[\frac{P}{V} \right]_m = \frac{3.056 \text{ personas}}{485 \text{ viviendas}} = 6.3 \text{ personas por vivienda}$$

La Población en Hogares Particulares resulta:

$$PHP = 4.850 \text{ viviendas} \times 6.3$$

$$PHP = 30.555 \text{ personas}$$

La Población en Hogares Colectivos:

$$PHC = 268 \text{ personas}$$

La Población Total es, por lo tanto:

$$PT = 30.555 + 268 = 30.823 \text{ habitantes}$$

Es importante señalar que los trabajos de campo deben efectuarse con personal adecuadamente seleccionado, entrenado y supervisado, para evitar errores de recolección. El trabajo con la propia comunidad, que la motive y la haga partícipe del proceso, facilita las labores de enumeración y entrevistas, y ayuda al logro de información confiable.

Estimación del déficit

La necesidad asociada a la población objetivo debe ser cubierta mediante la entrega de los bienes o servicios que generará el proyecto. La cuantificación de esa necesidad corresponde a un **DÉFICIT**, dado por la **diferencia entre la OFERTA existente y la DEMANDA por el producto para satisfacer la necesidad**:

$$\text{DÉFICIT} = \text{OFERTA} - \text{DEMANDA}$$

Por lo general los servicios a cargo del Estado no se realizan en competencia con otros agentes institucionales; en estos casos la oferta existente corresponde al nivel actual de utilización de la capacidad instalada de la empresa pública.

Cuando la oferta es inexistente, el déficit corresponderá a la totalidad de la demanda estimada.

Definido el tipo de producto (bien o servicio) para satisfacer a la población objetivo, es necesario estimar la cantidad que deberá ser provista.

Examinaremos a continuación dos de los métodos más utilizados para estimar y proyectar el déficit (o demanda específica) para el proyecto.

a) **A partir de estándares de consumo**

Muchos de los proyectos están asociados a una población objetivo identificable, por lo cual es viable traducir la demanda a "unidades de consumo per cápita", en el caso de los residuos sólidos consideramos "unidades per cápita de producción de residuos". Si conocemos el total de la población demandante (que será atendida por el proyecto) y un coeficiente aceptable de emisión por persona (o por familia), es fácil cuantificar el volumen total de emisión de residuos lo que nos identificara la demanda del servicio.

Veámoslo con un ejemplo:

La población urbana del municipio es de 35,000 habitantes en 1992. La producción per capita de residuos es de 0.7 Kg / hab/ día. La oferta de recolección es de un camión de 7 Ton / viaje el cual realiza dos turnos diarios. Se debe estimar la demanda insatisfecha para los próximos 20

años. La tasa de crecimiento aproximada de la población es del 3.2% anual pero se estima que dentro de 10 años bajará al 2.8%. Con la información disponible construimos el siguiente cuadro:

PROYECCIÓN DEL DÉFICIT CAPACIDAD DE RECOLECCIÓN

AÑO	POBLACION	DEMANDA Tn/día	Oferta (recolección/día)	Déficit(recol/día).
1992	35200	24,64	14 Tn.	-10,64
1993	36326	25,43	14	-11,43
1994	37489	26,24	14	-12,24
1995	38688	27,08	14	-13,08
1996	39927	27,95	14	-13,95
1997	41204	28,84	14	-14,84
1998	42523	29,77	14	-15,77
1999	43883	30,72	14	-16,72
2000	45288	31,7	14	-17,7
2001	46737	32,72	14	-18,72
2002	48232	33,76	14	-19,76
2003	49583	34,71	14	-20,71
2004	50971	35,68	14	-21,68
2005	52399	36,68	14	-22,68
2006	53866	37,71	14	-23,71
2007	55374	38,76	14	-24,76
2008	56924	39,85	14	-25,85
2009	58518	40,96	14	-26,96
2010	60157	42,11	14	-28,11
2011	61841	43,29	14	-29,29
2012	63573	44,5	14	-30,5

- (1) POBLACIÓN crece al 3.2% durante los primeros 10 años y al 2% en los últimos 10
- (2) = (1)*(0,7 Kg/hab/día)/1000 hasta el año 2012
- (3) OFERTA: mientras no se amplie la capacidad de recolección, se mantendrá en 14 Tn/día, dos viajes del vehículo recolector de 7 Tn/vía
- (4) = DEMANDA - OFERTA = (2) - (3)

INTERPRETACIÓN: -30.5 significa que en el año 2012, si se mantiene la misma oferta de 1 camión de 7 ton/viaje con dos turnos diarios, se tendrá un déficit de 30.5 toneladas de basura diaria en la recolección.

b) Proyecciones basadas en registros históricos de consumo.

También se pueden hacer proyecciones a partir de una serie histórica de datos, sin necesidad de recurrir a la población objetivo como base del cálculo.¹¹ /

En el método que se describe a continuación se supone que la cobertura fué ya de un 100% durante el periodo histórico

El método consiste en identificar cuál ha sido la tendencia del consumo de los años anteriores y proyectar el consumo esperado para los próximos años manteniendo la tendencia observada. La representación gráfica del consumo de los últimos años permite visualizar esa tendencia y suponer el tipo de línea que mejor interpreta el comportamiento de la variable analizada. Sobre la continuación gráfica de esa línea se ubicarán los consumos estimados para los años futuros.

Ejemplo:

Serie histórica de emisión de residuos sólidos (*)

AÑO	(Tn/día)
1992	24,64
1993	25,43
1994	26,24
1995	27,08
1996	27,95
1997	28,84

Un buen método de estimación es el ajuste lineal, mediante el cual buscamos la línea recta que mejor representa la tendencia de la serie.

El procedimiento para la proyección de la serie implica dos pasos:

Primer paso: encontrar la línea recta que mejor se ajuste a la tendencia de los datos.

Segundo paso: ya encontrada la recta de ajuste, su prolongación nos dará los valores esperados para los próximos años (proyección).

La solución mediante la aplicación de un modelo estadístico se presenta en el apéndice.

¹¹ / O utilizar ambos métodos para chequear y validar la información procesada.

Es necesario aclarar que este método de proyección de la demanda no es aplicable en situaciones en las que el consumo ya se ha limitado precisamente porque la demanda ha superado la capacidad instalada, y en tal caso las proyecciones serán incorrectas (subvaloradas), pues la demanda represada será superior al consumo registrado.

c) Necesidad de confrontación de información

Se sugiere complementar los métodos cuantitativos con otras fuentes de información e instrumentos de análisis. Así, la confrontación con registros de potencial electoral, o con censos existentes de población estudiantil en la localidad son, entre otros, datos referenciales que facilitan la verificación de los resultados de métodos específicos y pueden ayudar a dimensionar una demanda más confiable y a introducir los ajustes que se estimen pertinentes. Obviamente, los mecanismos directos de consulta a los usuarios actuales y potenciales constituyen una información necesaria.

APENDICE

Aplicación del método de regresión para ajuste y proyección de una serie de producción

AÑO	(Tn/día)
1992	24,64
1993	25,43
1994	26,24
1995	27,08
1996	27,95
1997	28,84

$$Y = a + bX,$$

donde:

Y = Variable que estamos analizando (Toneladas de residuos / día producidas por la población en estudio)

X = Variable cronológica (años).

a y b son los "parámetros" que definen la recta.

Nuestro propósito es, pues, conocer a y b para determinar la recta.

El método lineal de ajuste nos proporciona dos ecuaciones simultáneas para encontrar los valores de a y de b:

$$\Sigma Y = na + b \Sigma X \quad (1)$$

$$\Sigma XY = a \Sigma X + b \Sigma X^2 \quad (2)$$

Recuérdese que X es la variable cronológica y que podemos hacer una reasignación de valores a los años, de tal manera que su suma sea cero ($\Sigma X = 0$). Entonces, el proceso de cálculo se simplifica, ya que en la ecuación (1):

Si $\Sigma X = 0$, $b \Sigma X = 0$ — y la ecuación queda:

$$\Sigma Y = na \quad a = \frac{\Sigma Y}{n}$$

donde n = número de datos de la serie.

En la ecuación (2):

Si $\Sigma X = 0$, — a $\Sigma X = 0$, y la ecuación queda:

$$\Sigma XY = b \Sigma X^2 \quad b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2}$$

Realicemos la siguiente tabla para los años 1992 al 1998. Las variables se pueden redondear, pues para nuestros propósitos basta obtener resultados aproximados.

Año	x	Y	XY	Y ²
1992	-3	24,64	-73,92	9
1993	-2	25,43	-50,86	4
1994	-1	26,24	-26,24	1
1995	0	27,08	0	0
1996	1	27,95	27,95	1
1997	2	28,84	57,68	4
1998	3	29,77	89,31	9
	0	189,95	23,92	28

Aplicando las fórmulas para a y b:

$$a = \frac{SY}{n} = \frac{189.95}{7} = 27.1$$

$$b = \frac{23.92}{28} = 0.58$$

La recta del mejor ajuste para esta serie de datos será:

$$Y = 27.1 + 0.58 X$$

Esto quiere decir que cada año las toneladas de basura media producida en un día aumenta en 0.58

Para encontrar el valor estimado en cada año, sustituimos X por el valor correspondiente en la escala. Así, para 1993 corresponde a X el valor de cuatro:

$$Y = 27.1 + 0.58 \times 4 = 29.42$$

Recordemos que el método se basa en el supuesto de que de que la cobertura era ya total y la tendencia observada durante los últimos años se mantendrá para el próximo futuro.

Proyección de Ton / día

Año	X	Y
1993	4	29.42
1994	5	30.00
1995	6	30.58
1996	7	31.16
1997	8	31.74
1998	9	32.32
1999	10	32.90
2000	11	33.48
2001	12	34.06
2002	13	34.64

4.4. Tamaño, localización y tecnología

A partir de la postulación de alternativas y del mayor conocimiento sobre la población objetivo y el nivel del déficit que debe ser cubierto, es necesario avanzar en la concepción y desarrollo básico de las alternativas propuestas. Ello implica el tratamiento general de los aspectos físico-técnicos, los que comprenden fundamentalmente tres componentes interdependientes: el tamaño, la localización y la tecnología.

• **Tamaño**

1. **Concepto y objetivos**

Por tamaño del proyecto entenderemos la capacidad de producción en un periodo de referencia. Técnicamente, la capacidad es el máximo de unidades (bienes o servicios) que se puede obtener de unas instalaciones productivas por unidad de tiempo.

El análisis del tamaño de un proyecto tiene por objeto dimensionar conjuntamente la capacidad efectiva de producción y su nivel de utilización, tanto para la puesta en marcha como en su evolución durante la vida útil del proyecto.

2. **Dimensionamiento de la solución.**

El tamaño del proyecto debe indicarse en el tipo de unidades que mejor expresen su capacidad de producción. La cantidad de producto por unidad de tiempo es normalmente la medida más adecuada. Veamos algunos ejemplos:

Unidades de medida del tamaño en varios proyectos

Proyecto	Unidad de medida
Acueducto, alcantarillado, riego.	Metros cúbicos por año, litros por segundo.
Electricidad.	Kilovatios, kilovatios-hora.
Transporte público.	Nº de pasajeros por día o por año.
Aseo.	Nº de toneladas por día o por año.
Mercado.	Nº de toneladas por día o por año. Volumen anual de ventas.
Matadero.	Nº de cabezas por día o por año. Toneladas por día o por año.
	Producción de Residuos Kg / hab / día.

3. **Factores incidentes.**

Son varios los factores que inciden en la decisión del tamaño. En general, los más determinantes son los siguientes:

a) **Población afectada y demanda insatisfecha (déficit)**

Es el factor orientador más importante y por ello, en su primera aproximación, el análisis de tamaño debe partir de la información de la demanda insatisfecha. (déficit que debe cubrir la solución propuesta).

b) **Financiamiento**

Actúa generalmente como el factor restrictivo más importante. La exploración del volumen de recursos financieros posibles para el proyecto nos indica hasta dónde se podrá llegar en la búsqueda de alternativas de tamaño. (siempre y cuando la demanda no sea inferior a este límite).

c) **Economías de escala**

Este es un factor bien importante en proyectos donde se pueden obtener rendimientos crecientes por concentración de tamaño, lo que se refleja en costos unitarios menores. Mencionemos como ejemplo la concentración escolar para atender a 200 alumnos con 6 profesoras, frente a la alternativa de 5 escuelas independientes cada una con 2 profesoras. O el relleno sanitario que pueden organizar en consorcio tres municipios contiguos, ante la opción de cada uno hacerlo por su cuenta, repitiendo algunos de los costos comunes. Debe aclararse que de los varios servicios de residuos sólidos los de recolección y barrido tienen poca "sensibilidad" a la economía de escala, mientras que el relleno sanitario es altamente sensible en sus costos.

d) **Tecnología**

La tecnología disponible puede ser factor determinante del tamaño en situaciones como las siguientes:

- para ciertos tipos de procesos, los proveedores de tecnología no producen soluciones por debajo de una capacidad determinada;
- inflexibilidad o discontinuidad en el dimensionamiento tecnológico, de manera que las configuraciones disponibles en el mercado presenten saltos importantes de capacidad, lo cual lleva al proyecto a tomar una decisión inferior o superior a la requerida (ejemplo, plantas de generación termoeléctrica).

e) **Localización**

Tamaño y localización mutuamente se influyen. Ejemplo: un mercado en el que se pueden considerar diferentes alternativas o combinaciones de alternativas, desde una sola ubicación

centralizada (que coincidirá con el tamaño global del proyecto) hasta varias plazas distribuidas estratégicamente, de tamaños menores.

f) **Disponibilidad de insumos**

Pueden darse alternativas de solución en que el tamaño sea determinado, limitativamente, por un volumen de insumos disponibles, inferior a los requerimientos de la demanda o de las posibilidades de financiamiento. Ejemplos: proyectos de extracción y transformación de materiales para construcción, limitados por el potencial de las vetas de arenas, arcillas o piedras. Acueducto, limitado por insuficiencia de fuentes de agua potable.

g) **Estacionalidades y fluctuaciones**

Algunos proyectos están sometidos a variaciones estacionales en la provisión de insumos o en el comportamiento de la demanda, que pueden implicar fluctuaciones importantes en el transcurso del año (cosechas, vacaciones, períodos de lluvias, períodos de sequía). En estos casos, no basta analizar el tamaño en función de cifras anuales o de promedios mensuales, pues se corre el riesgo de dejar desprotegidos los meses de alta estacionalidad. Pero igualmente debe examinarse el costo de un sobredimensionamiento con alto grado de capacidad ociosa durante buena parte del año.

h) **Valoración del riesgo**

En toda decisión de inversión está implícito el concepto de riesgo. El binomio tamaño-tecnología es determinante en el volumen de la inversión del proyecto, lo que exige un alto cuidado en el análisis previo a la decisión. Sin embargo, ciertos proyectos, por la complejidad de su naturaleza, por la insuficiencia de antecedentes y de datos para el estudio, o por el nivel de incertidumbre sobre su evolución futura, pueden presentar un margen de riesgo considerable, lo cual puede ser motivo suficiente para que la persona o entidad a quien corresponda la decisión final, opte por escoger el menor tamaño dentro de un conjunto de alternativas.

Localización

1. Objetivo

El estudio de localización tiene como propósito seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir, aquella que frente a otras alternativas posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y para la comunidad, con el menor costo social, dentro de un marco de factores determinantes o condicionantes.

2. De la "macrolocalización" a la "microlocalización"

En general, un proceso adecuado para el estudio de la localización consiste en abordar el problema de lo macro a lo micro. Explorar primero, dentro de un conjunto de criterios y

parámetros relacionados con la naturaleza del proyecto, la región o zona adecuada para la ubicación del proyecto: región, municipio, zona rural, zona urbana, y dentro de éstas las áreas geográficas o subsectores más propicios.

El examen de macrolocalización nos lleva, pues, a la preselección de una o varias áreas de mayor conveniencia para después proceder a la microlocalización, o sea a la definición puntual del sitio para el proyecto.^{12/}

3. Factores locacionales

Ilamamos factores locacionales a los elementos que influyen en el análisis de localización. Actúan como parámetros orientadores, determinantes o restrictivos de la decisión. La siguiente es una relación de los más comunes:

- a) Ubicación de la población objetivo.
- b) Localización de materias primas e insumos.
- c) Existencia de vías de comunicación y de medios de transporte.
- d) Facilidades de infraestructura y de servicios públicos (energía, agua, alcantarillado, teléfono, etc.).
- e) Condiciones topográficas y calidad de suelos.
- f) Condiciones climáticas, ambientales y de salubridad.
- g) Control ecológico.
- h) Planes reguladores municipales y de ordenamiento urbano.
- i) Tendencias espaciales de desarrollo del municipio.
- j) Precio de la tierra.
- k) Sistema de circulación y tránsito urbano.
- l) Políticas, planes o necesidades de desconcentración
- m) Políticas explícitas de desarrollo local.

^{12/} En muchos casos la microlocalización no se aborda en la etapa de perfil: las alternativas pueden ser consideradas con criterios generales de ubicación, y se deja para definir la localización puntual una vez escogida la alternativa óptima, o cuando se aprueben los recursos para el proyecto y se proceda a la etapa de diseño definitivo.

- n) Políticas sobre distribución urbano-rural de la inversión pública municipal.
- o) Financiamiento.
- p) Intereses y presiones político-comunales.
- q) Protección y conservación del patrimonio histórico cultural.
- r) Tamaño.
- s) Tecnología.

No hay, en general, un factor que sea más importante que otro. La importancia de cada uno de los factores locacionales está asociada a la naturaleza específica de cada proyecto y a las circunstancias especiales que puedan rodear el problema.

4. La microlocalización

Como ya dijimos, consiste en la selección puntual del sitio para la instalación del proyecto, una vez cumplido el análisis de macrolocalización.

Para la decisión de microlocalización tienen especial importancia los siguientes factores:

- Existencia de vías de comunicación y medios de transporte.
- Servicios públicos básicos.
- Topografía y estudios de suelos.
- Condiciones ambientales y de salubridad.
- Control ecológico.
- Precio de la tierra.
- Sistema de circulación y tránsito.
- Financiamiento.
- Tamaño y tecnología.
- Conservación del patrimonio histórico-cultural.
- Disponibilidad de área para los requerimientos actuales y futuras ampliaciones.

- Si se considera la alternativa de alquilar instalaciones en vez de construir, será necesario verificar la capacidad, las facilidades y los costos de readecuación. Idem para compra de edificaciones existentes.

Tecnología básica

1. Concepto y objetivo

Dos de los principales aspectos de los que se preocupa el análisis tecnológico son la instalación física y el sistema productivo del proyecto. En una conceptualización general, podemos entender la tecnología como la forma de hacer las cosas, es decir, el conjunto sistemático de conocimientos, métodos, técnicas, instrumentos y actividades cuya aplicación permite la transformación de insumos en el producto deseado para el cumplimiento de un objetivo específico.

Recordemos que en el Ciclo del Proyecto definíamos a éste como un sistema que se expresa tangiblemente en una "unidad productiva", que recibe insumos, los procesa y entrega un producto (bienes o servicios) para solucionar un problema o satisfacer una necesidad social. La tecnología es, entonces, el componente del proyecto que se preocupa por el diseño, instalación, puesta en marcha y operación del sistema productivo.

El **proceso básico** es el punto crucial de la tecnología. El proceso productivo está implícito en todos los proyectos. En algunos la transformación es más tangible que en otros. Se da un proceso de transformación siempre que haya un cambio de un estado inicial a un estado final de características diferentes (tránsito de insumo a producto), logrado deliberadamente como objetivo de la función productiva. Esto es válido para proyectos cuyo producto es tanto un bien como un servicio.

Ejemplos de estados inicial y final en varios tipos de procesos

Proyecto	Estado Inicial (Insumo)	Estado Final (Producto)
Acueducto	Agua en fuente	Agua potable en domicilio.
Matadero	Res en pie	Res sacrificada y beneficiada.
Transporte	Pasajero en origen	Pasajero en destino.
Escuela	Niño sin conocimientos ni formación	Niño con conocimientos y formación y habilidades.
Salud	Paciente (enfermo)	Persona tratada o curada.
Aseo	Basura en calles y domicilios	Basura en disposición final.

En la etapa de perfil basta con tratar los aspectos de tecnología básica, es decir, aproximarse a la conceptualización fundamental del sistema tecnológico (como operará cada alternativa), sin necesariamente entrar todavía a definiciones de detalle.

2. Elementos de análisis de la tecnología

Los siguientes aspectos deben ser objeto de análisis en la definición de la tecnología: ^{13/}

- a) Examen de los objetivos específicos del proyecto.
- b) Definición del producto.
- c) Diseño y descripción del proceso productivo.
- d) Definición y especificación de insumos físicos.
- e) Definición de equipos.

^{13/} Por ahora basta su relación. Lo retomaremos con mayor nivel descriptivo más adelante, en la etapa del diseño del detalle del proyecto.

- f) Requerimiento de mano de obra.
- g) Edificios, construcciones y su distribución espacial.
- h) Infraestructura y obras complementarias.

3. Factores incidentes en la tecnología

Los factores que condicionan la decisión tecnológica son muchos, varios de los cuales ya han sido explicados anteriormente. Mencionemos los siguientes:

- a) Financiamiento (disponibilidad de recursos).
- b) Localización.
- c) Tamaño y su evolución futura.
- d) Economías de escala (también asociado a su tamaño).
- e) Usos y costumbres de la región o localidad y condiciones ambientales.
- f) Características del producto definido para satisfacer adecuadamente la necesidad social identificada.
- g) Requerimiento y disponibilidad de insumos, o interés deliberado en aprovechar insumos autóctonos.
- h) Facilidades del proveedor (precio, financiamiento, asistencia técnica, garantía, servicio de mantenimiento y repuestos).
- i) Obsolescencia y expectativas de permanencia en el mercado de la tecnología que se adopte.
- j) Nivel de riesgos de dependencia del proveedor en situaciones monopolísticas de oferta.
- k) Empleo (políticas de generación de empleo versus alternativas no intensivas en uso de mano de obra).
- l) Políticas arancelarias (para importación de equipos e insumos).
- m) Políticas nacionales sobre adopción de tecnología.
- n) Propósitos deliberados de protección a la industria nacional, regional o local.
- o) Regímenes de licitaciones y contrataciones.
- p) Control ambiental.
- q) Seguridad industrial.

4. Participación de la comunidad

Es importante y necesario involucrar a la comunidad de manera activa y dinámica en el proceso de análisis de tecnología. Esto es más factible en los proyectos pequeños y de este proceder se pueden derivar situaciones benéficas para el proyecto:

- a) Diseño tecnológico que responda a los valores, costumbres, usos y preferencias de los lugareños.
- b) Diseño tecnológico adecuado a las condiciones ambientales específicas (topografía, clima, intensidad solar, etc.).

- c) Posibilidades de aplicación o adecuación de tecnología lugareña (inclusive tradicional), tanto en "formas de producción", como en el aprovechamiento de materiales autóctonos.
- d) Posibilidades creativas en la búsqueda de soluciones. Cuando un problema se examina con los que lo sufren, se mejoran las posibilidades de solución, incluida la aparición de formas creadoras e innovadoras.

5. El desarrollo de las alternativas

El tratamiento físico-técnico a nivel de detalle se justifica al final de la fase de preinversión, una vez que el proyecto esté definido a nivel de perfil, representado por la alternativa que a la postre sea seleccionada como la mejor. No obstante, su análisis básico a nivel de alternativas es necesario para los siguientes efectos:

1. El análisis de factores condicionantes sobre localización, tamaño y tecnológica básica, posibilita decisiones anticipadas sobre factibilidad de las alternativas. Ello le introduce eficiencia, racionalidad y realismo al análisis comparativo de las soluciones propuestas, por cuanto desde ahora se pueden desechar las inviables, antes de entrar a la elaboración y valoración de los flujos de costos y beneficios.

2. El acopio y apropiación de información sobre los temas físico-técnicos permite reciclar el proceso de análisis, e incorporar posibles nuevas alternativas no formuladas en un comienzo durante la identificación. Debe tenerse siempre presente que el proceso de elaboración y análisis del proyecto se efectúa por aproximaciones sucesivas de principio a fin (es decir, iterativo; con retroalimentación sistemática).

3. Permite, sobre supuestos concretos, el desarrollo conceptual y técnico de las alternativas formuladas en la etapa de identificación. Así se establecen las bases suficientes para la definición de cronogramas de instalación, vida útil de los componentes de inversión,

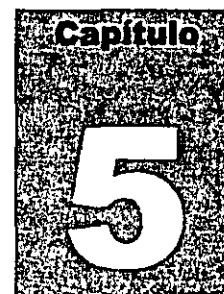
horizonte técnico-económico de la alternativa, todos ellos pre-requisitos para la elaboración adecuada de los flujos de costos y beneficios. ¹⁴ /

6. Situación base optimizada

¹⁴ / Al final de la fase de preinversión, una vez se cuenta con el perfil de proyecto -representado por la alternativa seleccionada- y al cual le han sido autorizados los recursos para llevarlo a cabo, los aspectos físico-técnicos deben ser retomados para definir los aspectos de detalle que orientarán las fases ejecución y operación. 30% de la población carente de servicio

Una de las alternativas que se recomienda examinar en lo posible es la que permite resolver significativamente el problema (o menguarlo) solamente con mejoras mínimas, sin tener que incurrir en grandes costos de inversión. Es decir, con medidas de tipo administrativo, procedimental, o con cambio de métodos, se puede lograr una solución satisfactoria estable o que evite gasto de recursos durante un tiempo determinado.

A este tipo de solución se le denomina "**situación base optimizada**" y su importancia radica en la generación de beneficios arreglando un problema con cambios marginales en la situación actual -o postergando sensiblemente otras alternativas que pueden implicar volúmenes de inversión importantes.



5. Identificación de alternativas de solución a problemas de manejo de residuos sólidos urbanos

5.1. Introducción

Los responsables de los municipios deben tener en cuenta que frente a la variedad de necesidades se presenta una diversidad de soluciones y que debe considerarse no solamente las particularidades geográficas propias a cada municipio, sino también los deseos de sus administrados y las condicionantes inherentes a la gestión de los presupuestos municipales. La higiene, el respeto del medio ambiente, la seguridad, la valorización de los residuos, la economía, son factores que requieren igualmente toda una serie de soluciones diversificadas, a fin de satisfacer de la mejor forma las diferentes necesidades.

A modo de ejemplo, carece de sentido realizar de la misma manera la recogida de residuos en medios totalmente opuestos, ya sean rurales o urbanos, en el centro antiguo de una ciudad, en los grandes conjuntos de edificios del radio urbano o en las zonas residenciales. Asimismo, la elección racional de un tratamiento o de una valorización de residuos no puede ser idéntica en todas partes.

La cadena de operaciones que conduce a la eliminación de los residuos consiste en un proceso bastante complejo. Cada eslabón de la misma exige su propia solución, la cual debe adaptarse al caso específico de cada situación, y a la vez estar en armonía con los otros elementos de la cadena.

Por ello, es necesario desarrollar y poner a punto diferentes sistemas que puedan aplicarse convenientemente a la totalidad de los problemas encontrados.

Los millones de toneladas de residuos sólidos domésticos que se producen anualmente en el

mundo, se recogen y tratan mediante métodos muy diversos, teniendo siempre presente unos objetivos de eficacia, economía de recursos, y protección del entorno, bajo la autoridad y el control de los responsables locales.

El objetivo de este capítulo es presentar distintas alternativas posibles de implantar para la solución de problemas en las distintas fases de la gestión de RSU, tanto para la optimización de la situación actual como para soluciones de ruptura.

Un primer nivel en la identificación de las alternativas de solución es la optimización de la situación actual. La optimización de la situación actual o búsqueda de la "base optimizada" consiste en estudiar las medidas que permitan, con recursos mínimos, que el servicio existente funcione de la mejor forma posible.

Para ello, una vez que se ha identificado el problema o la necesidad insatisfecha, es necesario efectuar un análisis de las modificaciones de gestión técnico-administrativa que permitan el mejoramiento de la situación actual. Por lo general, realizar estas modificaciones requiere de inversiones de tipo marginal y su evaluación deberá realizarse en los mismos términos.

Algunas medidas que pueden adoptarse para optimizar la situación actual son:

- Optimización de los procesos técnicos.
- Optimización de los procesos administrativos o de gerencia.
- Optimización de los recursos humanos.
- Optimización del equipamiento.
- Mejoramiento de programas de apoyo como, educación ambiental, participación, aspectos legales, etc.

Sea para la optimización de la situación actual o para una solución de ruptura, debe enfatizarse en la necesidad de que el proyecto no se limite a una sola opción, debiendo realizarse un esfuerzo

por generar distintas alternativas de solución al problema, cada una de las cuales presentará sus particulares características, costos y beneficios, los que deberán tomarse en cuenta al momento de optar por una de ellas.

Finalmente, es importante recalcar que no existe un método universal que permita identificar alternativas para proyectos de manejo o gestión de RSU, tratándose de un proceso en el que juega un rol preponderante los conocimientos y experiencia de los encargados de asesorar a quienes deban adoptar las decisiones en este ámbito. Por lo tanto, en las siguientes secciones se proveerá información respecto a las alternativas genéricas disponibles en la actualidad para cada fase de la gestión de RSU, señalando sus características, condicionantes, ventajas y

desventajas, pero sin intentar otorgar una "receta" aplicable a cualquiera situación.

5.2. Alternativas para la pre-recolección o almacenamiento

Tal como se mencionó en el capítulo 1, uno de los grandes problemas que presenta el servicio de recogida es la casi total anarquía que se observa por parte de los ciudadanos a la hora de presentar sus residuos para que los servicios municipales puedan retirarlos. Es por ello que cada municipio debe establecer ordenanzas que contengan las prescripciones técnicas mínimas que obliguen a presentar los residuos en las condiciones higiénicas más idóneas, y en las horas y lugares previamente establecidos. También puede exigirse a los usuarios una estandarización de los recipientes.

En la actualidad, las principales alternativas disponibles de recipientes para depositar los residuos sólidos urbanos al paso de los camiones de recogida son los siguientes:

Recipientes de almacenamiento

Durante años ha sido la única forma de recipiente utilizado. Generalmente se fabrican de materia plástica o goma y están provistos de una tapa para evitar los malos olores y la proliferación de insectos.

Los recipientes de basura constituyen un producto económico y rústico, pero que exige una intervención manual. Este material permite ofrecer un primer servicio de recogida de residuos, que resulta fácil de organizar y de bajo costo. Su capacidad varía entre 30 y 90 litros según la frecuencia de recolección.

Bolsas o sacos desechables

Suelen ser de plástico, y en algunos países de papel, y están provistos de una cinta para su cierre, con lo que se evita los malos olores y el derrame de residuos. En ciertos casos, la utilización de estos sacos puede presentar grandes ventajas, a saber:

- supresión de las operaciones de retorno y mantenimiento de cubos de basura u otro tipo de recipientes, es decir que el operario ahorra tiempo y esfuerzo.
- facilidad de manipulación para el usuario o servicios de recolección.
- almacenamiento prolongado, ya que los usuarios pueden utilizar la cantidad que les sea necesaria y almacenar los residuos de forma higiénica durante varios días.
- reducción de la frecuencia de la prestación de servicios (caso de viviendas aisladas) y posibilidad de adaptarse a las fluctuaciones propias de la producción de residuos (períodos de mayor afluencia en las ciudades turísticas, interrupción momentánea de los servicios de recogida).

Si sus características técnicas de resistencia a la rotura no son las adecuadas, pueden romperse y su contenido ensuciará la calle. Además, presentan el riesgo de que el personal operario se produzca lesiones con objetos cortantes o punzantes que vayan en su interior. La capacidad de estas bolsas o sacos varía entre 30 y 110 litros según la frecuencia de recolección.

En este punto cabe señalar la importancia que han adquirido las bolsas de embalaje de supermercado. Se puede observar el excelente resultado que éstas tienen en sectores de estrato medio y bajo. Su uso generalizado ha llevado a la industria a crear soportes y receptáculos adaptados a la medida de tales bolsas.

Contenedores con ruedas

Es un nuevo tipo de recipiente de basuras de concepción y diseño original. Se fabrican en material plástico de alta resistencia y están equipados con los siguientes elementos:

- Pequeños dos ruedas fijas o grandes de cuatro ruedas giratorias, en función de la forma y capacidad.
- una tapa equipada de bisagra.
- un sistema de enganche especial para la elevación y vaciado automáticos en los camiones recolectores equipados de elevador de contenedores.

Esté sistema innovador y de probada eficacia está imponiéndose rápidamente en algunos países por sus características y ventajas indiscutibles, tales como:

Maniobrabilidad: el sistema de ruedas hace más fácil el manejo y la manipulación durante las operaciones de pre-recogida y recogida. El vaciado automático mejora de forma considerable las condiciones de trabajo del personal.

Rapidez: las operaciones de recolección son más rápidas y se realizan en buenas condiciones de higiene y seguridad. La gran capacidad de estos contenedores permite espaciar la frecuencia de las prestaciones de servicios de recogida.

Resistencia: por su calidad y diseño, este tipo de contenedores resiste mejor las inclemencias del tiempo, así como los daños que los animales puedan ocasionar.

Acoplamiento: los contenedores grandes de 4 ruedas están concebidos de forma que se puedan acoplar uno tras otro, facilitando su traslado al punto de recogida mediante un tractor por ello resultan muy adecuados para los grandes conjuntos de edificios.

La distribución y tamaño de estos contenedores se debe realizar en función del tipo de edificio, número de viviendas, personas que lo habitan, la frecuencia de recolección, los residuos que generan diariamente, etc. Sin embargo, para optimizar su uso es necesario: que los camiones recolectores dispongan de equipo elevacontenedores; facilitar el acceso a las zonas de almacenamiento de basura en los edificios; y establecer un sistema de mantenimiento y limpieza de tales receptáculos.

La capacidad de estos contenedores varía entre 120 y 1.100 litros.

Contenedores de gran capacidad

Pueden ser abiertos o cerrados, y en algunos casos van equipados con equipo auto-compactador que permite una reducción de 2/3 del volumen de los residuos. Construidos con láminas de acero reforzadas por largueros del mismo material, disponen de puntos de enganche delanteros y traseros que permiten su carga en vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "ampiroll", "cadenas", también llamados "roll on - roll off", etc. Dadas las características de estos vehículos hay que prever su acceso a la plataforma en que están ubicados los contenedores.

Los contenedores abiertos sirven para depositar residuos voluminosos (somieres, electrodomésticos, muebles, etc.), así como escombros, embalajes y materiales diversos; mientras que los contenedores cerrados, que disponen de autocompactador, se utilizan en los grandes conjuntos de viviendas, mercados, hospitales, etc., para depositar los residuos ordinarios y actúan como pequeñas estaciones de transferencia, reduciéndose el número de transportes hasta los centros de tratamiento. La capacidad de estos contenedores varía entre 5 y 30 metros cúbicos.

Contenedores para recogida selectiva

Pueden ser de diferentes capacidades y tipos, desde tambores de 200 lts. Hasta contenedores grandes fabricados ex profeso. Estos últimos pueden tener diversas formas y generalmente se fabrican en material plástico de alta resistencia. Están concebidos para recibir exclusivamente un solo tipo de residuo: vidrio, latas, cartones o papeles, plásticos, etc., por lo que se instalan en los centros de acopio, que a su vez están distribuidos en zonas estratégicas de la ciudad para favorecer la recogida selectiva de aquellos residuos que es interesante someter a procesos de recuperación.

El uso de estos contenedores favorece la recuperación de materias primas para la industria, la disminución de residuos a tratar, la eliminación de materiales no deseados cuando los residuos van a someterse al proceso de compostaje.

Sería de desear que los municipios normalizaran los recipientes o bolsas para utilizar por los usuarios del servicio por la influencia que ello tiene en el coste del servicio y en los sistemas técnicos a adoptar en la recogida.

5.3. Alternativas para recolección y transporte

Tal como se mencionó en el capítulo 1, esta fase comprende el conjunto de operaciones iterativas de carga-transporte-carga desde que los residuos son presentados hasta que son descargados, bien directamente en los puntos de tratamiento o en plantas de transferencia.

Debe recordarse que esta fase representa entre un 60 y un 80% de los costos globales de la gestión de los RSU y -en consecuencia- requiere una cuidadosa administración.

5.3.1. Alternativas de sistemas de recolección

En la actualidad se pueden distinguir tres grandes grupos de sistemas de recogida:

- a) Sistemas tradicionales de recogida domiciliaria.
- b) Sistemas que implican inversiones adicionales en barrios y/o edificios.
- c) Recogida selectiva.

a) Sistemas tradicionales de recolección domiciliaria

Se denomina sistemas tradicionales de recogida a aquellos en los que se recogen indiscriminadamente todos los residuos (a excepción de los industriales o los que pueden contener componentes tóxicos), en el lugar en que son producidos y sin ninguna compresión previa. Generalmente estará reglamentado el uso de bolsas.

El hecho de que la recogida se realice desde el lugar de producción de los RSU, no significa que el servicio que se ofrece a los ciudadanos siempre cubra todo el recorrido desde el domicilio hasta la planta de eliminación o transferencia. De este modo, se puede distinguir entre distintos tipos de recogida que suponen una mayor o menor colaboración ciudadana:

- Recolección de esquina o punto fijo: El camión realiza paradas en puntos fijos accesibles a los usuarios, donde hace sonar una campana y la gente acude con sus recipientes hasta ahí. Es un método económico pero requiere de la participación del usuario y de que esté en la casa cuando pasa el camión.
- Recogida domiciliaria casa por casa: es el servicio más completo que prácticamente no implica trabajo alguno a las familias o locales afectados, pero que requiere una abundante mano de obra.
- Recogida semimecanizada con recipientes especiales por edificios o grupos de viviendas: sólo se requiere el trabajo de colocación en los cubos y permite reducir algo la cantidad de personal por vehículo, así como disminuir los tiempos de recorrido.
- Recogida mecanizada en containers especiales por manzanas o recorridos de viviendas: implica un mayor trabajo de desplazamiento para el usuario y la disposición de espacio

suficiente para la localización y fácil acceso a los contenedores. Pero, permite reducir a un solo trabajador por camión la plantilla de recogida. De forma más estricta que con los recipientes, se requiere que este equipo cumpla unas normas estrictas de mantenimiento (desinfección periódica, etc.) y que los vecinos afectados colaboren con el servicio.

Se pueden adoptar más soluciones intermedias, pero lo importante a tener en cuenta es la relación que existe entre mecanización del servicio -lo que puede representar un abaratamiento de los costes- y mayor colaboración ciudadana y entre disminución de los tiempos de recorrido y mayores necesidades de equipo adicional.

b) Sistemas en edificios y unidades habitacionales

En edificios de nueva construcción se han diseñado sistemas sencillos de ductos verticales con compuertas en cada piso o apartamento en los que se depositan las basuras que caen hasta en un lugar inferior del edificio. Estos sistemas son muy comunes en la actualidad en toda Latinoamérica.

Solo como ilustración mencionaremos algunos sofisticados sistemas piloto que se han instalado en algunos países nórdicos, consistentes en ductos verticales en los edificios que se unen a tuberías neumáticas horizontales, que conducen los residuos de los diversos edificios de una unidad habitacional, hasta un centro de tratamiento. El centro de tratamiento puede ser compactación para llevar al relleno, o incineración para producir vapor para la calefacción de la unidad habitacional.

El uso de estas técnicas requiere: un espacio adecuado en los grandes edificios o conjuntos de viviendas, una inversión muy importante, y un sistema de mantenimiento/funcionamiento adecuado. Pero, en la medida que aumenten los costos del servicio tradicional, estos métodos pueden empezar a ser rentables.

c) La recolección selectiva

El único sistema de recogida que tiene en cuenta y presupone un sistema de eliminación posterior es la recogida selectiva, que va unida a los sistemas de reutilización de los residuos. En los últimos años se ha escrito mucha literatura sobre este tema. En muchas polémicas sobre su rentabilidad, a menudo no se ha tenido suficientemente en cuenta los distintos grados y formas con que se puede realizar este tipo de recogida.

El modelo completo o ideal de recogida selectiva supone dos cosas: 1) la participación ciudadana al depositar en bolsas o cubos distintos los principales componentes diferentes de los RSU como pueden ser el papel, los plásticos, el vidrio, metales y residuos orgánicos; 2) la recogida por separado de dichos componentes bien en vehículos distintos o en vehículos especiales compartimentados. Para su implementación se deberán tener en cuenta los siguientes factores:

- Que el sistema de reutilización sea adecuado y existan mercados de los productos

resultantes.

- La recogida se hace más compleja y como consecuencia de ello aumentan los tiempos de recorrido y la dotación o sofisticación de los vehículos. Ya se ha mencionado que la recogida es el componente principal del coste total del servicio de recogida y eliminación de los RSU (entre 60-80%), por lo que este factor de encarecimiento no es en modo alguno despreciable y puede dar como resultado un encarecimiento del coste total del servicio.
- Se requiere un grado de concientización y colaboración ciudadana bastante elevados, ya que para que el sistema sea efectivo, toda la población afectada debe cumplir las normas de selección de los residuos. Dados estos factores de "educación ciudadana", el proceso de implantación del sistema requiere un tiempo adecuado.

Sin embargo, y sin descartar la organización completa de la recogida selectiva, existen bastantes soluciones que simplifican este modelo ideal aunque no hacen tan completa selección de los residuos, a saber:

- Dentro del modelo ideal se puede reducir el número de componentes a seleccionar de acuerdo con los precios del mercado.
- También dentro del modelo ideal se pueden adecuar los distintos tipos de recogida sólo a los barrios que anteriormente analizados que suponen una mayor colaboración ciudadana y un abaratamiento de los costos de transporte. Así como también se pueden utilizar las distintas soluciones que suponían inversiones adicionales, adecuadas en este caso a la existencia de tipos diferenciados de residuos.
- Cuando la recogida selectiva se realiza porque en último extremo existen mercados de los productos resultantes, se puede instrumentar un sistema opcional de recogida con incentivos, bien sea con la compra de papel, vidrio, etc., o porque el ciudadano sólo pague por la recogida y eliminación del volumen de residuos no diferenciados. De hecho esto supone que la rentabilidad de la reutilización puede cubrir el costo del transporte y restringe bastante las posibilidades efectivas de este tipo de soluciones. Esta posibilidad se podría contemplar o bien como forma de tránsito gradual hacia la recogida selectiva completa, o bien sin más incentivos adicionales que el abaratamiento que se puede obtener en los costos y por tanto en la tarifa que se cobra al ciudadano.
- La forma más sencilla y rudimentaria de seleccionar los residuos es tener en cuenta los distintos tipos de RSU que se producen en un núcleo urbano por áreas de producción. Por ejemplo, si se recogen por separado los residuos de los mercados, de las áreas en que prácticamente sólo existen oficinas o centros comerciales, etc., se obtiene una diferenciación importante de los residuos. Ahora bien, para que una solución de este tipo resulte rentable, el desarrollo de una planta de reciclaje sólo parece posible en grandes núcleos urbanos.

En algunas ciudades europeas -como por ejemplo Barcelona- se da este tipo de diferenciación de los residuos por lugar de origen o barrios. Esta diferenciación no soluciona el proceso de reutilización sino que se adecua a la incineración de los residuos, ya que los distintos tipos de residuos contienen un poder calorífico diferente.

5.3.2. Decisiones complementarias al sistema de recolección

Habiéndose seleccionado un sistema de recogida, a lo menos debe adoptarse decisiones en cada uno de los siguientes aspectos:

- **Frecuencia de la recolección:**

Dependiendo de las condiciones climáticas, del grado de generación, del área socio-económica, etc., se debe establecer la frecuencia de recogida de los residuos con periodicidad diaria, tres veces por semana, dos veces por semana o semanal. Los costos serán función de esta periodicidad.

- **Horarios:**

Para poder alcanzar un mayor dinamismo del servicio se hace necesario elegir aquel horario, diurno o nocturno, en que exista menor intensidad de tráfico y cree menores problemas por impacto ambiental. Las circunstancias apuntadas coinciden con horarios nocturnos. Los residuos sólidos de tipo comercial se prestan mejor a una recogida diurna que debe coincidir con la de menor intensidad del tráfico.

La elección de una u otra forma de realización del servicio de recogida de basuras (diurna o nocturna) no debiera ser fruto de una decisión poco meditada por parte de los entes municipales, ya que evidentemente cada población tiene una serie de circunstancias tales como: alumbrado público, climatología, densidad de circulación, situación y estado del lugar elegido para la disposición final de los residuos sólidos recolectados, etc., que influyen notablemente a la hora de elegir un determinado horario.

Uno de los problemas que pueden originarse al pretender poner en práctica un servicio de recogida nocturna, es el ruido que producen los vehículos recolectores.

Este ruido no es solamente el producido por el motor, generalmente diesel, sino además el producido por los propios mecanismos de compresión del equipo recolector. El primero de ellos es difícil de eliminar por sus propias características y porque en muchos de los casos, los servicios de mantenimiento no se preocupan demasiado de que los motores y sus sistemas silenciosos de expulsión de gases, estén verdaderamente ajustados. Este inconveniente solamente se ha podido resolver con la utilización en algunas ciudades de chasis movidos por tracción eléctrica, mediante motores eléctricos alimentados por baterías de plomo de gran capacidad. Este sistema realmente poco utilizado en la actualidad, tiene una serie de ventajas, pero tiene la limitación de capacidad de las baterías, no habiéndose superado todavía autonomías de más de 100 km. y de la dificultad de superar ciertas pendientes, por lo que su utilización podemos considerarla restringida a cierto tipo de ciudades o itinerarios de recogida.

Respecto al problema del ruido que producen los propios mecanismos de comprensión de los vehículos, es importante el avance que se ha producido en su eliminación, siendo fundamental a la hora de decidir una adquisición de este tipo de equipos, el realizar por los Servicios Técnicos Municipales un exhaustivo estudio de los distintos sistemas que ofrece el mercado.

Independientemente de las características técnicas del material a utilizar para un servicio nocturno o diurno, antes de decidir por uno u otro, se deberá tener en cuenta -tal como se indicara anteriormente- las características urbanas de la ciudad, pudiendo señalar una clasificación que no pretende ser limitativa, sino meramente enunciativa, por la multitud de casos particulares que pueden presentarse y que podrían llevar al convencimiento de que lo más adecuado sea hacer un servicio de recogida nocturno o diurno, solamente para determinada zona de la ciudad:

- Poblaciones turísticas: por ser lugares donde generalmente hay vida nocturna, es aconsejable realizar el servicio a primeras horas de la mañana, evitando que los cubos o recipientes donde se depositen los residuos por los usuarios, permanezcan en las calles durante la noche.
- Poblaciones con un centro urbano congestionado: en ellos, evidentemente, deberíamos ir a realizar un servicio de recogida con carácter nocturno para evitar las dificultades de tráfico a primeras horas de la mañana y las perturbaciones que ello pudiera ocasionar.
- Grandes y medianos núcleos urbanos: la práctica aconseja realizar el servicio de recogida en horas nocturnas salvo en zonas periféricas o de deficiente iluminación.

Tal como ya se indicó, en aquellas poblaciones donde es fácil diferenciar dos o varios sectores distintos de forma de vida, se podría sugerir la conveniencia de realizar un servicio mixto de recogida de basuras, realizando con carácter nocturno la de carácter domiciliario y de centros comerciales, desarrollando el servicio con carácter diurno o de madrugada en polígonos industriales y zonas de recreo. Se entiende que cada población requiere un estudio previo específico antes de adoptar una u otra solución, pudiendo llegar el caso que por la complejidad de rutas e itinerarios de determinadas poblaciones, sea aconsejable el procesar todos los datos incluso por computador.

c) Factores que influyen en los tiempos de recolección

En la recolección propiamente dicha podemos destacar los siguiente factores como influyentes en los tiempos de recogida:

- a) Tipo de receptáculo.
- b) Ubicación del receptáculo.
- c) Número de recolectores.

- d) Tipo de zona o sector.
- e) Calidad de las vías de circulación.
- f) Tránsito de vehículos.
- g) Hora en que se realiza la recolección.
- h) Climático.

d) Equipos:

Los equipos de recogida de residuos deberán elegirse teniendo en cuenta todos aquellos factores característicos de cada ciudad o área de recogida: el tipo de viviendas, la densidad de la población, el urbanismo; el volumen y el tipo de residuos, las variaciones de estación; la frecuencia o la rapidez con que se requieren los servicios de recogida; la distancia a los centros de tratamiento; los requerimientos en materia de higiene, de estética y de las condiciones de trabajo del personal; el monto de las inversiones y los costos de explotación.

Las principales alternativas disponibles en cuanto a vehículos recolectores, son las siguientes:

• **Camión recolector con caja compactadora**

Estos vehículos están equipados con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y un dispositivo de comprensión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos. Se clasifican también según la ubicación del sitio de carga, como de carga trasera, lateral o frontal (de contenedores únicamente).

La caja compactadora suele estar construida con chapas de acero especial, de alta resistencia a la abrasión y a la corrosión, reforzada con vigas y tirantes de acero de gran resistencia y montada sobre un bastidor de soporte sumamente sólido.

El vaciado de la caja compactadora se realiza, generalmente, mediante una placa de expulsión accionada por un circuito hidráulico.

Los camiones recolectores-compactadores pueden ir equipados con un elevador de contenedores que se adapta a los diversos tipos normalizados de 2 ó 4 ruedas, o sin ellas, facilitando la recogida hermética.

Este tipo de vehículo presenta las siguientes ventajas:

- reducción del coste del transporte por tonelada;
- reducción del tiempo de recogida;
- al ser la caja hermética, se mejoran las condiciones higiénicas, estéticas y de seguridad del servicio prestado.

La capacidad normal de estos vehículos oscila entre 6 y 25 metros cúbicos, es decir de 2 a 13 toneladas de residuos.

• **Camión recolector con caja cerrada sin compactación**

Las características técnicas de la caja son similares a las anteriores en lo referente a corrosión y

estanqueidad, pero no disponen de mecanismo compactador por lo que su capacidad de carga es más reducida.

Suelen utilizarse en pequeños núcleos urbanos con poca generación de residuos, mientras que en ciudades de mayor tamaño, se emplean para la recogida de restos de arbolado y residuos de la limpieza viaria.

- **Camión para contenedores de gran capacidad (roll on – roll off)**

Son vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "ampiroll", "cadenas", etc., para poder levantar y depositar los grandes contenedores sobre el chasis del camión para su transporte al centro de tratamiento.

- **Camión de caja abierta**

Este tipo de vehículos se suele utilizar en áreas rurales donde el volumen de residuos es muy reducido y no se dispone de suficientes medios económicos para realizar un servicio adecuado.

Al estar abierta la caja, si no se instala una lona o red, se vuelan los plásticos y papeles, y además, como la caja no suele tener la adecuada estanqueidad, se produce la pérdida de líquidos a lo largo de todo el recorrido, ensuciando las calles.

En las áreas urbanas, este tipo de camión suele utilizarse para la recogida de residuos voluminosos como somieres, electrodomésticos, muebles, etc.

- **Otros tipos de vehículos**

Dentro de este concepto se incluyen los carros, remolques, volquetes, etc., que son movidos por tracción animal o tractores. Generalmente se usan en el medio rural, en sectores donde el volumen de residuos generados es muy pequeño.

Este tipo de vehículos presenta iguales inconvenientes que los camiones de caja abierta pero indiscutiblemente están prestando un servicio a costes mínimos en áreas rurales de población muy dispersa o de poca densidad demográfica.

En todos los casos, se debe adoptar decisiones sobre la capacidad del equipo, índice de compresión, contaminación por ruidos, relación tara-carga, etc. Las características más importantes a tener en cuenta son:

- Estanqueidad total, para evitar derrame de líquidos.
- Mayor índice de compresión, a fin de mejorar el rendimiento de los equipos.
- Rápida absorción de residuos.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Seguridad de manejo.

Y, evidentemente, siempre que las características urbanas del lugar lo permitan, debe procurarse elegir recolectores de gran volumen de carga para evitar pérdidas de rendimiento que suponen los desplazamientos al centro de eliminación.

Asimismo, deberá tenerse en cuenta, a la hora de elegir los equipos más apropiados, el poder disponer en el parque de vehículos de aquellos para realizar los servicios especiales que no pueden o no deben ser realizados con los recolectores compresores, tales como animales muertos, productos sanitarios, derivados de actividades sanitarias y aquellos otros que por sus características no sea adecuada su compresión.

En ocasiones, motivos de eficiencia en el uso de los vehículos pueden aconsejar dividir la función de recogida de la función de transporte, vaciando los camiones de recogida sobre camiones más grandes y más adecuados para el transporte a distancia de grandes volúmenes de residuos. Esta ruptura del sistema de recogida se efectúa en las denominadas **plantas de transferencia**.

La estructura más simple de estas instalaciones se compone de una plataforma elevada en unos tres o cuatro metros en relación con el nivel del suelo. Esta plataforma es accesible a los vehículos de recogida por medio de una rampa de acceso y sus dimensiones deben permitir la evolución de un vehículo de recogida.

Los camiones de recogida vacían directamente sobre unas tolvas que por gravedad descargan los residuos sobre los remolques de los tractocamiones. Los remolques tiene generalmente entre 40 y 60 m³ de capacidad y pueden tener compactador o no. La descarga en el relleno se hace con el pistón expulsor si tiene compactador, por volteo, o por los sistemas denominados de "piso móvil".

Existen también sistemas con compactadores fijos, ubicados en la base de la tolva, compactan la basura que cae en los remolques reduciendo el volumen de los residuos y aumentando su capacidad de carga. Según se van llenando los remolques, son evacuados por tractocamiones provistos de dispositivos especiales para su manejo y luego transportados al centro de tratamiento.

El número de camiones necesarios vendrá dado en función de la distancia al centro de tratamiento y del número de toneladas a evacuar.

En general, se estima necesaria la instalación de plantas de transferencia cuando se genera una cantidad de residuos importantes y la distancia de transporte de los residuos al centro de tratamiento es superior a 15-20 km. Sin embargo existen modelos matemáticos de fácil aplicación que en función de los costos unitarios del transporte, indican si la transferencia es económicamente factible.

Las principales **ventajas** de la implantación de una estación de Transferencia pueden resumirse en las siguientes:

- **Economía del transporte:**

En un transporte de transferencia la carga útil legal puede llegar a ser de 18 a 25 toneladas en comparación con las 4 a 10 toneladas del transporte por vehículos recolectores. Lógicamente

esto implica menos viajes al centro de disposición final, permitiendo así que la flota de recolección permanezca más tiempo en las rutas de recolección, lo que resulta una importante reducción de los costos de capital y operación.

- **Ahorro de trabajo:**

Los camiones que normalmente realizan la recolección tienen tripulaciones de dos o tres personas, además del conductor. Durante el tiempo "adicional" de transporte del vehículo hacia el lugar de disposición, esta tripulación debe permanecer en el vehículo, lejos de su labor de recogida, con el costo de tiempo y monetario que ello conlleva, con la implantación de las estaciones de transferencia disminuimos este tiempo. Además de que el vehículo encargado del recorrido de la estación de transferencia a la disposición final solo necesita un operario para su operatividad (el conductor).

- **Ahorro de energía:**

Los consumos por Tonelada/Kilómetro transportado son menores en los vehículos de transferencia que en los recolectores. Esto también contribuye a disminuir la contaminación ambiental.

- **Reducción de costos por desgastes y/o roturas del equipo:**

Debido a la menor cantidad de viajes se logra una disminución en el kilometraje global del recorrido, con la reducción en el desgaste de los equipos que ello implica.

- **Versatilidad:**

La flexibilidad de los sistemas de transferencia permiten cambiar el destino final de los residuos sólidos con un mínimo impacto en la operación de recolección.

- **Reducción del frente de descarga en los rellenos.**

Dado que el tamaño del frente de descarga en el relleno está determinado por el número y tipo de vehículo utilizado, una reducción en el volumen de los mismos resultará en una disminución del área de trabajo en la descarga, lo que producirá mayores condiciones de seguridad debido a reducción del tránsito de vehículos.

- **Posibilidad de reciclado, factibilidad de recuperar material en este punto de acumulación parcial**

Esta actividad solo es factible si la estación se encuentra aislada de las zonas pobladas, lo cual no es muy frecuente.

- **Personal:**

Se debe dotar a los servicios de infraestructura técnica necesaria para alcanzar los mejores resultados, tanto medioambientales como económicos. Se debe fijar el número de empleados por equipos y se limitará el sector del cual son responsables. Se les debe proveer de los medios necesarios para desarrollar su trabajo con la higiene y seguridad que la normativa dicte.

- **Educación ciudadana:**

La colaboración por parte de los usuarios de un servicio de recogida de basuras y en general de todos los vecinos de una determinada población puede posiblemente llegar a ser el problema más difícil con el que se enfrentan todas las administraciones locales.

A la vez que se inicia un servicio de recogida de basuras, se debe planificar una serie de campañas de publicidad por el mayor número posible de medios, con el fin de llegar a crear en el ciudadano una auténtica conciencia del servicio de limpieza, dándole a conocer los medios humanos y mecánicos que se emplean con expresión de sus costos para que se den cuenta de la importancia que su colaboración puede representar a fin de no incrementarlos innecesariamente.

Estas campañas deberían repetirse periódicamente y ser dirigidas muy especialmente en escuelas y centros educativos, para ir creando esta necesaria conciencia de convivencia social, desde los primeros años.

La recogida de residuos debe ser planificada de forma detallada en cuanto a itinerarios a seguir, horarios, número de viajes a realizar, tipo de equipo más idóneo, recipientes adecuados, personal necesario y frecuencia.

Los costos de explotación de un sistema de recogida pueden variar considerablemente en función de las condiciones características con que se realizan las operaciones de recogida. Los costos más elevados se registran cuando en una misma población las viviendas están dispersas, originando grandes desplazamientos y un llenado inadecuado de los camiones recolectores, o bien cuando las poblaciones son muy densas e implican problemas de tráfico y de estacionamiento. La mano de obra, la amortización de equipos, mantenimiento y combustibles, son los componentes que más influencia tienen en los costos de la recogida.

5.3.3. Consideraciones generales sobre la recolección

El personal del servicio de recolección

El personal de los servicios de recogida -sobre todo si se implanta el sistema, que tanto éxito tiene, de emplear un solo operario que realiza la operación completa- ya no debe reclutarse entre los obreros menos calificados. Estos operarios deben superar unas estrictas pruebas físicas, deben estar en posesión de permiso de conducir y, siempre que sea posible, han de contar con el incentivo que supone el ascenso a puestos de más categoría dentro de los servicios municipales. Hay quien recomienda que este personal se reclute entre personas con una media de edad de 27 años, pero tal política podría plantear problemas por entrañar una práctica discriminatoria.

Este personal debe estar provisto de sus uniformes, incluyendo guantes. En la estación de servicio o zona se contará con una sección para guardarropa y servicios higiénicos con agua fría y caliente. Conviene que se le instruya a través de cursillos sobre trato con el público y

normas que permitan poner en práctica hábitos de higiene personal, tendentes a proteger al operario y a su familia. Debe ser perentoria la orden de evitar la extracción de material recuperable de la basura.

Generalmente, dos o tres hombres, y ocasionalmente cuatro, se emplean por vehículo. En este último caso, un hombre trabaja a cada lado del camión para manipular los recipientes y el tercero los descarga en el vehículo. El cuarto operario es el chofer y permanece en su asiento. Esta disposición se justifica sólo en un distrito de alta densidad de población en el cual los recipientes son colocados en la acera, lo que permite una manipulación del orden de 500 unidades por día y operario. En cambio, si los recipientes están en el interior de la casa, el rendimiento disminuye a unas 200 a 300 unidades por día y operario.

Consideraciones generales sobre la financiación del servicio

La financiación del servicio se tratará en módulos posteriores con mayor detalle, pero es importante nombrarla como una de las consideraciones a tener en cuenta en la recogida de los residuos. La financiación del servicio de recogida y eliminación de residuos sólidos puede hacerse a base de fondos procedentes del presupuesto municipal, es decir, con cargo a los ingresos obtenidos por el erario municipal a través del régimen impositivo general, o de la recaudación directa de tasas o tarifas, es decir, mediante un régimen de autosuficiencia económica que no suponga una carga para el presupuesto de la hacienda municipal. El primer sistema parte la idea de que el servicio en cuestión viene a proteger la higiene, salubridad, bienestar y seguridad de la comunidad local.

Un correcto estudio de costos e implementación de tasas y tarifas, permiten un adecuado financiamiento de los servicios. Las tasas que se fijen a los usuarios deben ser proporcionales al servicio que se les preste. Deben establecerse con base en un estudio de tiempos respecto del que en cada caso se invierte en el local o casa del usuario y teniendo en cuenta también el número de recipientes de basuras, que cada uno saca para su recogida, o en alguna otra consideración cuantitativa como ésta. Cuando los ciudadanos de cualquier localidad están habituados a que el servicio de recogida de basuras se preste con cargo al presupuesto municipal, sin tener que abonar

tasa especial alguna, el cambiar a un sistema de abono resultará extremadamente difícil, hasta el punto que en ocasiones puede dar lugar a un cambio en los propios cargos públicos de la Administración local.

Costes y rendimientos.

A pesar de lo sofisticado de muchos de los procedimientos que se emplean para la eliminación de los residuos, el coste de los trabajos de recogida sigue representando cerca del 70 % del total de la inversión en la gestión, tratamiento y eliminación de los residuos sólidos. La determinación de estos costes se realiza teniendo en cuenta los diferentes gastos derivados de las operaciones de recogida, el principio de la determinación de costos descansa en la separación de los elementos proporcionales a la importancia de los servicios a asegurar (que son los costos variables o costos directos) y los elementos independientes del kilometraje

recorrido por los vehículos de recogida, que son los gastos fijos (gastos de estructura). Así definimos los siguientes:

A) Costes directos:

Estos gastos comprenden:

- los gastos de los vehículos: amortización, carburantes, lubricantes, neumáticos, conservación y reparaciones.
- Los gastos del personal de conducción y carga.
- Los gastos diversos que afectan a los servicios ejecutados: pesadas, peajes, cánones diversos.

B) Gastos de estructura:

Esta categoría de gastos comprende:

- Los gastos dependientes de los servicios a asegurar: reserva de vehículos, reserva del personal de conducción y carga, gastos de servicios interiores (engrases, sustitución de vehículos en servicio, envíos a reparación), seguro anual de vehículos e impuestos diversos.
- Gastos de garaje y de locales administrativos: alquileres o amortizaciones, impuestos de inquilinato, seguro de incendios, conservación de locales, instalaciones, agua, gas, electricidad, etc.
- Gastos del personal administrativo y subalternos.
- Gastos de funcionamiento que comprenden: gastos financieros, gastos de taller, gastos de explotación y obras sociales.

De este coste de recogida es probable que cerca del 20 o 30% esté constituido por la mano de obra. Consecuentemente, cualquier ahorro que pueda hacerse en los procedimientos de recogida contribuirá sustancialmente a rebajar los costes de todo el programa de eliminación de residuos. La experiencia señala que los métodos de recogida permiten una mejora en la gestión total de los residuos sólidos con una reducción del 25 % respecto de la cantidad anteriormente presupuestada al rediseñar, por ejemplo, las rutas de recolección. No obstante, las modificaciones posibles deben introducirse gradualmente. Al público o generador, en general, no le gusta el cambio, sobre todo si exige cualquier tipo de esfuerzo extra por parte del ama de casa o dueño de vivienda o local comercial.

Mejora de la eficacia de la labor de recogida.

Pueden agruparse bajo siete epígrafes principales las medidas que la comunidad local puede adoptar para obtener un mayor rendimiento por dólar invertido y, al propio tiempo, seguir manteniendo un elevado nivel en la prestación del servicio. Cuatro de estas medidas requieren la cooperación del público -del residente en la casa o encargado del establecimiento mercantil- y tres exigen un estudio y análisis previos por parte de los encargados de la administración del servicio. Veamos cuáles son las medidas en cuestión:

- Un mejor y más eficaz almacenamiento de la basura en el lugar de su recogida (requiere la cooperación del residente).
- Colocación del receptáculo o recipiente de la basura junto al bordillo de la acera o en la calle trasera, manteniendo una adecuada alineación (requiere la cooperación del residente).
- Empleo de bolsas de plástico o papel para sacar la basura, con objeto de facilitar la recogida (requiere la cooperación del residente).
- Atado o envoltura de las basuras de jardines y corrales, formando unos fardos o manojos fáciles de manejar, si es que tales residuos no pueden colocarse en recipientes (requiere la cooperación del residente).
- Organización e itinerarios más eficaces para los vehículos de recogida (requiere previo estudio técnico).
- Adopción de mejores equipos capaces de utilizar el esfuerzo de la mano de obra con mayor eficacia (requiere previo estudio técnico).
- Creación de instalaciones de transbordo de basuras, destinadas a impedir el costoso transporte de cargas relativamente pequeñas hasta puntos de vertido muy distantes (requiere previo estudio técnico).

Consideraciones básicas para la elaboración de un proyecto de recogida de residuos urbanos

En la elaboración de un proyecto de recogida hay que considerar los siguientes aspectos:

- Características de los residuos a recoger.
- Frecuencia de recolección.
- Variaciones estacionales de la cantidad de residuos producidos.
- Estructura urbana de cada una de las zonas (edificios comerciales, industriales o domésticos).
- Volumen y densidad de población.
- Tipos de edificaciones.
- Sentidos de circulación viaria y tráfico.
- Ancho de las calles.
- Repercusiones posibles de la recogida nocturna.
- Distancias al centro de eliminación vertedero o descarga.
- Posibilidades de normalización de cubos y recipientes de recogida.
- Ordenanzas municipales.

Una vez que se dispone de esta información, aunque sólo sea de forma aproximada, se puede establecer un servicio racional de recogida de las basuras.

La operación de recogida requiere un planteamiento previo en el que deben considerarse, entre otros, los siguientes aspectos:

- Infraestructura urbana y urbanismo.
- Características de los residuos a recoger.
- Utilización de recipientes y bolsas para el servicio.
- Distancia al centro de eliminación o relleno.

Partiendo de ello, puede estructurarse un servicio de recogida de residuos analizando en el primer punto señalado anteriormente, la importancia que tiene la anchura de calles, tipo de edificaciones, densidad de los lugares a recoger, direcciones de las calles, etc., para elegir no ya el tipo de vehículos recolectores más apropiados, sino la eventual conveniencia de realizar con carácter nocturno este tipo de servicio.

Las características de los residuos a recoger, no tiene en la actualidad fundamental importancia, debido a la utilización por la mayoría de Municipios de vehículos recolectores compresores. Ahora bien, es importante el valorarlos a la hora de elegir el tipo de recolector, pudiendo señalar como características más importantes a tener en cuenta:

- Estanquidad total, para evitar derrame de líquidos.
- Mayor índice de compresión, a fin de mejorar el rendimiento de los equipos.
- Rápida absorción de residuos.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Seguridad de manejo.

Y evidentemente siempre que las características urbanas del lugar lo permitan, debe procurarse elegir recolectores de gran volumen de carga para evitar pérdidas de rendimiento que suponen los desplazamientos al centro de eliminación.

Independientemente deberá tenerse en cuenta, a la hora de elegir los equipos más apropiados, el poder disponer en el parque de vehículos de aquellos para realizar los servicios especiales que no pueden o no deben ser realizados con los recolectores compresores antes mencionados, tales como animales muertos, productos sanitarios, derivados de actividades sanitarias y aquellos otros que por sus características no sea adecuada su compresión.

5.4. Alternativas para el tratamiento y valoración

Tal como se mencionó en el capítulo 1, se entiende por tratamiento y valoración de residuos el conjunto de operaciones encaminadas a su eliminación o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos.

La tecnología aporta multitud de soluciones, entre las cuales se puede citar las siguientes:

- **Relleno Sanitario**

- a) Vertido controlado simple.
- b) Vertido controlado con trituración.
- c) Vertido controlado con trituración y compactación.

- **Incineración**

- a) Simple, sin aprovechamiento de energía.
- b) Con aprovechamiento de energía.

- **Compostaje o producción de "compost"**

- **Reciclado o recuperación de materias**

- **Transformación por procesos fisico-químicos**

- a) Pirólisis.
- b) Oxidación.
- c) Hidrogenación.
- d) Hidrólisis.

- **Transformación por procesos bioquímicos**

- a) Degradación biológica.
- b) Digestión anaerobia.
- c) Fotodegradación.

- **Aprovechamiento mediante técnicas específicas**

- a) Trituración de vehículos.
- b) Chatarras.

Los sistemas actualmente más utilizados son: el relleno sanitario, la incineración, el reciclado y el compostaje. Hay que hacer constar que si bien el vertido incontrolado es un sistema aún muy utilizado para eliminar las basuras, no puede considerarse como sistema de tratamiento, sino como simple abandono de las mismas.

Se tratará con mayor detalle el sistema de relleno sanitario o vertido controlado, por ser el de mayor utilización y viabilidad en las ciudades latinoamericanas y en especial en aquellas de menor tamaño.

5.4.2. Relleno sanitario o vertido controlado

La alternativa inmediata al vertido incontrolado y a las descargas salvajes, es la instalación de un relleno sanitario, sistema de eliminación de residuos que, en síntesis, supone la acumulación o deposición de los mismos en lugares idóneos, manteniendo bajo riguroso control todos los factores de degradación ambiental. Debe añadirse que este método contempla también la posibilidad del relleno de espacios que han sido objeto de deterioro y que pueden recuperarse para usos ciudadanos.

En este sentido es ilustrativa la recomendación que hace la OMS: "los rellenos sanitarios, no contribuyen solamente a un medio satisfactorio de desembarazarse de los residuos sólidos, sino que pueden contribuir a devolver su valor a tierras abandonadas, y, en circunstancias favorables, servir para la creación de nuevos paisajes". El relleno sanitario se define como: "un sistema para verter los residuos sólidos en el terreno, sin crear molestias o peligros a la seguridad y salud públicas, utilizando para ello los criterios de ingeniería que permiten su confinamiento en el menor volumen posible y cubriéndolos con una capa de tierra al concluir las operaciones diarias, o más frecuentemente si se considera necesario".

La propia ASCE, con referencia a esta técnica, insiste en que "la aparente simplicidad del método no debe considerarse como olvido de la necesidad de continuas y competentes medidas de ingeniería de planificación y control. Por el contrario, la falta de esta ingeniería de planificación, origina casi siempre inconvenientes en el proceso, y se traduce también en serios prejuicios para los recursos de la comunidad".

A ello cabe añadir la conveniencia para la empresa explotadora de mantener buenas relaciones con las comunidades que puedan verse directamente afectadas por la instalación de un vertedero en sus proximidades.

Los siguientes aspectos corresponden al desarrollo de las principales características del vertido controlado.

a) Emplazamiento de un relleno sanitario

La elección del emplazamiento de un vertedero viene determinada por numerosas variables entre las cuales cabe destacar la propia disponibilidad de espacios libres aptos para este fin. Habitualmente se han destinado a zonas de vertido aquellas cuya propia estructura y relieve las hacía inaptas para otras dedicaciones: barrancos, laderas, fondos de valle, etc. Si bien es frecuente asociar lo abrupto de estos lugares con la idea de vertidos, cabe señalar que éstos pueden realizarse perfectamente en terrenos llanos (mediante excavación de zanjas), o incluso formando nuevos relieves que puedan contribuir después a mejorar la estética del lugar. Son muy utilizadas estas modalidades en los EE.UU. y en Alemania. Puede señalarse también que

si bien la marginalidad de los terrenos abruptos puede comportar un menor costo de adquisición, la práctica diaria de las operaciones puede verse encarecida debido precisamente a las dificultades de movimiento que entrañan. El tipo de emplazamiento tendrá -por tanto- una gran influencia sobre el proyecto general del vertedero, la forma y técnicas de explotación, las características y dotación del equipo a emplear, y en definitiva, en los costos finales por tonelada vertida.

Un elemento importante a tener en cuenta al elegir el emplazamiento, es la distancia hasta el centro de gravedad de la producción de residuos. Lógicamente, debe procurarse que esta distancia sea mínima, circunstancia que está condicionada por la propia disponibilidad de terrenos, las características geológicas de los mismos, la existencia de infraestructura adecuada, el coste de los propios terrenos y la disponibilidad de materiales para cubrir los residuos.

De todos modos, en general puede decirse que una distancia superior a los 25/30 Kms. disminuye seriamente el atractivo económico que esta forma de eliminación supone, exigiendo, para esas o mayores distancias, operaciones de transferencia de las basuras mediante equipos especiales, todo lo cual implica inversiones complementarias de importancia.

Entre las variables a considerar, además de las estrictamente técnicas, tiene especial importancia el aspecto estético. Es conveniente la existencia de una franja de protección, no urbana o de dedicación agrícola, entre el núcleo habitado y la zona de vertido. De no existir, es conveniente establecer una pantalla, mediante plantación de árboles y arbustos. La geología del terreno es de la máxima importancia, y por consiguiente hay que proceder a un estudio completo y profundo de la misma, a fin de dotar los medios oportunos para prevenir la posible contaminación de las aguas subterráneas. La estructura geológica puede facilitar la impermeabilidad del vertedero. De no ser así, habrá que aplicar tecnología para obtener la deseada estanqueidad y protección subsiguiente de las aguas subterráneas. Para este fin pueden utilizarse diversas técnicas.

La técnica del vertido controlado se basa en la deposición de las basuras (seguida o no de su compactación) y su posterior cobertura, cuando menos diaria, con materiales adecuados, generalmente tierras. Pueden emplearse otros productos, tales como cascotes y restos de derribos, arenas, cenizas, residuos inertes procedentes de la industria y de la minería, etc. La posibilidad de obtener regularmente el volumen necesario de tierras u otros materiales aptos, condiciona la instalación de un relleno sanitario.

No es imprescindible la cobertura diaria en el caso de que se recurra a la trituración previa de las basuras. En todo caso debe tenerse en cuenta que los materiales han de ser los precisos para cubrir los RSU, el sellado progresivo de los vertidos y la cantidad remanente para el control de posibles incendios en el vertedero. La técnica de relleno, previa excavación de los terrenos, proporciona, en general, suficiente volumen de material adecuado.

b) Parámetros de diseño de un vertedero controlado o relleno sanitario.

La construcción de un vertedero sanitariamente controlado, incluso ejecutado en forma manual,

debe ir precedido del correspondiente proyecto de ingeniería en el que tiene que considerarse datos de partida fundamentales como los siguientes:

- a. Cantidad de residuos a disponer diariamente en el relleno.
- b. Cantidad de material de cobertura que se dispone.
- c. Vida útil del relleno.
- d. Sellado final (consiste en realizar una cobertura final, con el objeto de cerrar el vertedero como tal y poder reinsertarlo).
- e. Uso futuro del área rellenada.

El proyecto en sí debe contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

- a. Estudio y justificación del emplazamiento del vertedero desde el punto de vista social, económico y ambiental.
- b. Estudio de la problemática de la recogida y transporte (tratado en modulo de recogida y transporte).
- c. Estudio meteorológico que justifique la localización elegida, con respecto a los vientos predominantes y pluviometría, con el fin de que las precipitaciones no ejerzan un efecto negativo transformándose en percolado (líquido con alto contenido contaminante procedente de la descomposición de la basura).
- d. Sistema de drenaje de gases en la zona de vertido.
- e. Sistema de drenaje superficial y de lixiviados (percolados).
- f. Estudio de la capacidad total del relleno.
- g. Descripción de la forma de cierre, natural o artificial. Desarrollo de pantallas vegetales, con fines estéticos, ambientales u ornamentales de forma que eviten la acción del viento sobre el vertedero, dispersando así el olor y la fracción liviana de residuos dispuesta.
- h. Programa de la explotación del vertedero. De qué forma se irá ejecutando hasta el término de su vida útil.
- i. Estudio de costos de implementación y operación. (plan de re inserción del vertedero).
- j. Estudio del destino final de los terrenos ocupados.
- k. Estudio de impacto ambiental.

Factores de mayor importancia que se deben considerar

Los principales factores que afectan a un vertedero son los que a continuación se señalan.

- **Compactación**
- **Asentamiento**
- **Contenido de humedad**

El contenido de humedad de los materiales a procesar es otro de los factores a ser considerado en forma especial.

- **Pendientes**

La superficie final debe tener una pendiente comprendida entre el 2% y el 3% y es la misma a dar cuando se realice la capa compactada de cobertura final, para que una vez producido el asentamiento la misma no sea menor que el 1%.

- **Cobertura final**

El manto de cobertura a dar a los residuos debe tener un espesor aproximado de 0,60 m, debidamente compactado en su totalidad.

- **Característica de los suelos a utilizar**

El fondo del relleno debe ser impermeable, siendo el coeficiente de permeabilidad máximo (k) aceptable del orden de 10^{-7} cm/seg. Para el caso en que se practique el método de trinchera, las paredes laterales admiten una permeabilidad de 10^{-6} cm/seg.

Se puede recurrir a sistemas de impermeabilización artificial como las láminas de PVC o bien la recompactación del suelo hasta conseguir permeabilidades inferiores.

- **Equipos**

Al aplicar la técnica del relleno sanitario o vertedero controlado, será necesario contar con un parque adecuado para poder cumplir la totalidad de las tareas. A tal fin se deberá disponer del equipo que realice las operaciones necesarias de forma económica y apropiada.

El proyecto deberá especificar los equipos a ser utilizados, así como deberá establecer una dotación polifuncional para reemplazos que puedan producirse, por distintas razones, durante la operación del relleno, a fin de asegurar la continuidad de su funcionamiento. El equipo dependerá del tipo y cantidad de residuos recibidos, del material de cobertura y de los métodos de operación dentro del vertedero.

- **Personal**

La construcción de un relleno sanitario requiere la participación de un equipo de personas, las cuales deben estar compenetradas su misión específica y requieren una organización adecuada.

En el proyecto se debe especificar el organograma funcional que se hará cargo de la operatoria, estableciendo las misiones y funciones de cada uno de los componentes del plantel de conducción, así como las distintas especialidades laborales que se requerirán y el número de operarios, para los distintos turnos de trabajo que serán necesarios.

- **Vigilancia y seguridad**

Se debe controlar el área y no permitir la práctica de selección de materiales (segregación) y el acceso de personal extraño a la obra, controlando el ingreso y egreso de vehículos y las descargas en lugares no habilitados.

- **Instalaciones complementarias**

El número y sofisticación de las instalaciones complementarias en un relleno, dependerán mucho del tamaño de la operación. Debe haber como mínimo una caseta de control y una oficina. La maquinaria deberá contar con un cobertizo. El personal deberá contar con un baño, y si es posible con vestuarios y estantes individuales para guardar su indumentaria y efectos personales e

instalaciones sanitarias acordes para su aseo diario.

- **Mantenimiento de áreas rellenadas:**

Las áreas que ya han sido cubiertas sufren un agrietamiento debido al asentamiento originado al estabilizarse los residuos a través de las cuales puede infiltrarse el agua proveniente de las precipitaciones.

- **Usos de las áreas rellenadas**

Las áreas rellenadas deberán irse cubriendo con vegetación y cuando sea posible, facilitar su uso recreativo por la comunidad vecina.

c) **Control de los trabajos y operatividad del relleno**

El control se refiere tanto a la perfecta ejecución de los diferentes trabajos de explotación que exige el vertido, como a la precisión de efectuar éstos, teniendo en cuenta la prevención de daños ambientales y perjuicios ocasionales a la comunidad.

c.1) **Formas de depositar los residuos**

Las formas de depositar los residuos en un relleno sanitario dependerán de la configuración del terreno y de las condiciones del mismo en cuanto a la posibilidad o no de acopio de la tierra para el recubrimiento de las basuras.

Hoy en día se utilizan tres métodos básicos de explotación de un relleno sanitario: Método de Areas, Método de Trincheras y Método de Vaguada / Depresión.

- **Método de áreas**
- **Método de trincheras**
- **Método vaguada / depresión**

c.2) **Métodos de operación de los rellenos sanitarios**

Ya se ha hecho referencia a que la elección del emplazamiento condiciona el modo de explotación. Con independencia del control de la posible contaminación que pueda originarse, los trabajos de vertido deben tener un plan de operaciones que consta de tres elementos:

- La recepción de las basuras y su clasificación si fuese necesario. Para ello es preciso la existencia de un sistema de recepción (báscula, área de recepción con posibilidad de examen visual de las basuras, etc.).
- El sistema de accesos y vías de transporte para acceder a las zonas de vertido. Es muy importante planificar debidamente su implantación ya que los desplazamientos innecesarios

son muy costosos, los caminos interiores son caros en su mantenimiento y construcción, y el desgaste del equipo de trabajo considerable. Debe hacerse diferenciación entre camiones de recogida o transferencia en las propias áreas de vertido y aquellos otros que exigen un trasvase en el mismo vertedero que consiste en la descarga de los camiones de residuos especiales en un área o playa habilitada al efecto, desde donde las basuras son nuevamente cargadas en vehículos especiales -ordinariamente de dos o tres tracciones- que son los que definitivamente las sitúan en su destino final.

- La existencia de un plan de vertido. No es conveniente, en principio, proceder al llenado sistemático de la totalidad del volumen disponible. La propia configuración topográfica del vertedero lo condiciona, pero a priori, parece más conveniente planificar los trabajos de forma que progresivamente se esté efectuando: la preparación para el vertido y acondicionamiento de zonas (desbroce, accesos, impermeabilización);
- el vertido propiamente dicho (descarga, extendido compactado, cubrimiento) y la aportación de la capa final de cobertura y sellado, y si es posible la recuperación vegetal de las zonas colmatadas y selladas. Es decir, la explotación progresiva de los volúmenes disponibles. Esta forma de actuar permite tanto escalonar las inversiones de infraestructura (accesos, entubado, impermeabilización), como evitar que las aguas superficiales, especialmente las procedentes de lluvia, laven continuamente el total de las masas residuales, disminuyendo por consiguiente la percolación y la recogida y tratamiento de los lixiviados. Las zonas ya rellenas no tienen por qué continuar siendo lavadas una vez se ha colocado la capa de cobertura definitiva y mucho menos si ya se ha instaurado un cultivo de protección vegetal.

Esta forma de operar permite asimismo atenuar también el esfuerzo económico que suponen las inversiones para la cobertura definitiva, el sellado y la implantación vegetal final.

La dotación de equipos mecánicos para los trabajos de vertido viene determinada fundamentalmente por el tonelaje diario de basuras y tierras para manipular, estructura topográfica del vertedero y forma de explotación del mismo.

El tipo de máquinas que se emplea es el comúnmente utilizado en el movimiento de tierras y trabajos de obras públicas. Cuanto mayor es el volumen de residuos a tratar, mayor especialización cabe confiar a cada tipo de máquina.

En vertederos pequeños, las máquinas que se utilizan poseen una mayor versatilidad (por ejemplo, hasta 50/75 Tm diarias una pala cargadora de ruedas puede acomodar y extender basuras, realizar una cierta compactación y proceder al arranque y extendido de tierras de cobertura).

A mayores volúmenes de basuras, cada una de estas operaciones puede optimizarse si se utiliza la máquina más idónea para cada caso.

En las máquinas es usual realizar dos o tres adaptaciones específicas para el trabajo con basuras:

- La adopción de ruedas macizas, o la protección de las mismas mediante cadenas (para las palas de rueda). Con ello la máquina resulta más lenta, pero más eficaz en los trabajos de excavación y compactado y más adaptable en condiciones climáticas adversas.
- La preparación de las máquinas para trabajos de extendido y movimiento con hojas de empuje y cucharones especialmente diseñados para trabajar con residuos domésticos.
- La protección de algunos órganos del motor para impedir la entrada de fragmentos de papel plástico.

Para muy pequeños tonelajes diarios de basura puede recurrirse al uso de un tractor agrícola de potencia media, equipado con pala cargadora y de un rodillo compactador del tipo utilizado en obras públicas, si se desea compactar.

En vertederos pequeños y medianos, las palas cargadoras de orugas o de ruedas (si éstas están protegidas) parecen ser las máquinas más adecuadas. Una combinación de las mismas junto con un bulldozer puede atender rellenos ya mayores. Para los grandes rellenos es necesaria la combinación de máquinas y la dotación de compactadoras equipadas con ruedas provistas de "patas de cabra" que permiten la elevada compresión de los residuos, y por tanto, el mayor aprovechamiento del terreno disponible.

Esta máquina únicamente parece justificarse para tonelajes-día superiores a las 200/250 Tm. En los rellenos con trituración previa, en principio no parecen necesarias, aunque su compactación periódica puede resultar muy conveniente.

c.3) Trabajos de control ambiental en el relleno

La primera cuestión que plantea exigencias al relleno es el agua. Debe proyectarse de forma que las aguas superficiales procedentes de escorrentías de lluvia no entren en contacto con las masas vertidas (independientemente de la lluvia caída directamente sobre el vertedero, que lo percola, lo lava y debe ser recogida posteriormente para su tratamiento). Pueden efectuarse dos formas de protección:

- Canalización de las aguas arriba del relleno para evitar que las penetren los lixiviados. Se utiliza la infraestructura que usualmente se denomina "entubado" del relleno y que forma parte de la obra civil del mismo. Consiste en la colocación de una conducción de aguas - tubo- de diámetro acorde con el volumen de aguas torrenciales a evacuar y cuyas características técnicas están en función de la masa de residuos a soportar.
- Recogida de las aguas de lluvia que puedan escorrer ladera abajo por contacto con los residuos en fase de vertido. La protección suele efectuarse mediante zanjas perimetrales, que, al rodear la zona de vertido, impiden la penetración en ella de las aguas de escorrentía y las conducen al lugar de salida más idóneo. Lógicamente, estas zanjas deben hacerse ascender en el sentido de la pendiente, conforme se eleva la cota de basuras depositadas.

Para evitar que los lixiviados producidos por el vertido, o que la percolación de las aguas superficiales de lluvia, entren en contacto con las aguas subterráneas, es necesaria su recogida y tratamiento posterior. Sistemas de protección específicos son la impermeabilización del fondo y laderas del vertedero y el drenaje, conducción y recogida de los lixiviados para su tratamiento. El sistema de drenaje consiste habitualmente en la colocación de un lecho poroso de grava, provisto de pendiente en el sentido más favorable, cuya misión es recoger los lixiviados por encima del tubo de protección del vertedero y conducirlos hacia un depósito o balsa de recepción y almacenamiento. Para detectar si el vertedero contamina las aguas subterráneas o superficiales, deben practicarse pozos y estaciones de muestreo, situados aguas arriba y aguas abajo del vertedero, en el sentido del movimiento de las aguas subterráneas que el estudio geológico del terreno haya determinado.

El tratamiento y evacuación de los lixiviados (comúnmente conocidos como "lechadas") es seguramente el problema más complejo que se plantea al explotar un relleno. Dicha complejidad deriva: i) de la composición de las aguas de lixiviado, ordinariamente muy cargadas de productos orgánicos procedentes de la descomposición de la materia orgánica. Además, contienen otros productos de origen no orgánico, como detergentes, aceites y grasas minerales, metales pesados, etc., constituyentes de las propias materias vertidas, aunque no tienen un específico origen industrial; y ii) de la variación de flujo de lixiviados, que depende del régimen de lluvias y de la forma de explotación del relleno (compactado, formación de células, etc.).

Por sus especiales características estos lixiviados no deben verterse a cauce público. Las formas de evacuación y tratamiento que se suelen utilizar son las siguientes:

- Reincorporación al relleno mediante recirculación del lixiviado con bombeo, con objeto de disminuir su cantidad, por evaporación, y favorecer el proceso fermentativo.
- Tratamiento, lo cual comporta gastos importantes dada la composición de los lixiviados. Esta operación comporta la recepción del lixiviado en embalses de regulación y almacenamiento; decantación de las materias en suspensión mediante la adición de productos químicos. Actualmente se están experimentando una gran cantidad de combinaciones de diferentes procesos unitarios de tratamiento en toda Latinoamérica.
- Acumulación en lagunas de almacenamiento para su posterior bombeo a la red de saneamiento urbano o la estación de tratamiento de aguas residuales. También se puede transportar mediante camiones cisterna.
- Lagunaje, con el cual se consigue su evaporación natural. Se vierten a continuación los fangos finales detenidos (sistema que entraña molestias ambientales no despreciables: olores pestilentes, insectos, etc.).
- Solidificación, por absorción química, que permite la obtención de una materia inerte,

similar a tierra, que se puede utilizar como material de cobertura o de relleno en el propio vertedero (el producto resultante retiene en su estructura molecular los contaminantes presentes en los lixiviados). Este sistema comporta una adición importante a los costes, pero resulta mejor que la depuración *in situ* o el transporte hasta depuradora urbana.

La segunda cuestión que plantea exigencias es que la materia orgánica sometida a fermentación anaerobia genera gas metano (CH_4) junto con otros gases, y que este gas, al migrar al exterior de la masa vertida, debe difundirse en la atmósfera. Las medidas de control consisten precisamente en favorecer la migración exterior del gas, impidiendo que se acumule en bolsas o permanezca en el interior de la masa vertida. Las técnicas más utilizadas son:

- Impermeabilización de las paredes del vertedero para impedir que los gases penetren en el terreno, forzándolos a salir al exterior.
- Colocación de barreras porosas (grava, cascote, otros materiales, incluso cubiertas de coche, fragmentadas o no) situadas de forma perimetral o transversalmente a las capas del vertido a fin de permitir una mayor facilidad a la emanación natural del gas.
- Colocación de chimeneas de salida, sistema que suele practicarse en algunos vertederos, incluso en las fases de relleno y regeneración. Supone una práctica válida para la recuperación y aprovechamiento energético del gas.

El control de los gases disminuye sensiblemente las causas de fuego en un vertedero.

También contribuye a ello la compactación de las basuras y su cobertura periódica, así como la señalización adecuada en el vertedero de los puntos que puedan entrañar riesgo, el equipamiento de los vehículos y máquinas de un sistema de escape de gases provisto de dispositivo antichispas, la dotación de equipos contra incendios, remanente de agua, un camión cisterna y la disponibilidad en todo momento de suficiente volumen de tierras para aportar al punto de combustión.

El control de roedores -ratas y ratones- tampoco es tarea fácil. El compactado y cobertura diarios de las basuras contribuyen a evitar su proliferación, pero debe mantenerse las zonas de vertido y entornos, libres de desperdicios frescos; y hay que proceder a trabajos de desratización.

En determinadas épocas puede ocurrir también que la población de moscas y mosquitos prolifere de forma alarmante. A las medidas preventivas explicadas hasta ahora debe añadirse la utilización combinada de insecticidas, bien sea en tratamientos de choque mediante productos de alta dispersabilidad y de acción inmediata (pero que tienen el inconveniente de su escasa permanencia) sobre las capas de basura, bien sea mediante tratamientos preventivos, con productos de elevado índice de residualidad, sobre las zonas próximas al vertido: tierras, matorrales, hierbas, etc. Tanto en el control de roedores como en el de insectos es aconsejable la variación periódica de las materias activas.

En cuanto a protección general del relleno, es aconsejable el vallado y cerramiento de las zonas de vertido.

d) Recuperación y utilización posterior de rellenos

El sistema de vertido permite el aprovechamiento de terrenos marginales mediante su llenado con basuras y residuos, siempre y cuando se efectúe de forma ordenada y siguiendo la técnica de sellado sanitario. En el aprovechamiento de estos terrenos y en su utilización posterior para usos comunitarios (cuando no en su posible plusvalía económica), reside una de las razones que más pueden favorecer la instauración de vertederos controlados, razón que en un futuro posiblemente habrá de contribuir a cambiar la pésima imagen que el vertido como forma de eliminación de residuos, tiene en la actualidad.

El destino final y la forma de recuperación han de planificarse ya desde el proyecto del relleno para permitir la recuperación de unos necesarios espacios, que de lo contrario continuarían estando fuera de la posibilidad de goce ciudadano.

En el caso de descargas salvaje, la única forma para proceder a la regeneración es mediante su limpieza integral, es decir, retirando los materiales abandonados con la ayuda de máquinas y medios de transporte para proceder a su disposición definitiva en un relleno sanitario.

En el caso de vertederos incontrolados cabría diferenciar tres tipos: los que pueden transformarse en rellenos sanitarios o, clausurados definitivamente pueden ser sellados y regenerados; aquellos otros que exigen mayores trabajos, usualmente la extinción de incendios interiores con la precisión de desmontar los residuos en combustión, esparcirlos en capas delgadas y extinguir los fuegos con agua, tierras y la subsiguiente ayuda de medios mecánicos; y los que son totalmente irrecuperables por hallarse situados en un lugar tal que la contaminación de aguas es permanente, salvo que se desvíen los cursos de agua, se aislen totalmente las masas vertidas, o sean desmontados para su carga y transporte a un vertedero que reúna condiciones de seguridad.

El reacondicionamiento mínimo que habrá que efectuar de los vertidos salvajes e incontrolados es un reto que deberá afrontarse con espíritu comunitario de sacrificio económico ya que su costo será importante.

Los trabajos de adecuación final de un relleno sanitario se denominan de sellado, el cual implica las siguientes operaciones:

- Compactado y cobertura de capa final.
- Colocación, si fuera necesario, de los sistemas para la evacuación de gases.
- Aportación de la capa final de cobertura de un mínimo de 70/100 cms. de grosor.
- Colocación de una barrera impermeable (se utilizan para ello las técnicas conocidas: arcillas, láminas, membranas, proyecciones), o de un sistema drenante, mediante tubos de dren agrícola situados sobre un lecho de arena de 10/15 cms. de espesor. Esta obra tiene por

misión evitar que las aguas de lluvia puedan percolar a través de la capa exterior de tierra vegetal, alcanzando la masa residual vertida y continuando su acción de lavado, así como evitar que, por capilaridad, los contaminantes presentes en las basuras puedan ascender hasta alcanzar la capa vegetal, con lo que puede afectar tanto a la cubierta vegetal implantada como a las aguas superficiales que puedan discurrir por ella.

- Aportación de las tierras vegetales necesarias a la cobertura final, cuyas características han de permitir la progresión de las plantaciones. No es fácil disponer de suficientes volúmenes de esta clase de tierras, pues según sea el destino final del vertedero (reforestación, cultivo agrícola, parque forestal) la capa puede exigir un espesor de hasta 100 cms. Para resolver este problema puede contarse con la separación para su utilización final de las tierras superficiales extraídas en los trabajos de obtención de las cubriciones diarias; la importación de tierras vegetales de otras procedencias, lo cual exige costes importantes y la elaboración de las tierras vegetales in situ, bien sea por fertilización artificial de tierras inertes mediante aporte de abonos orgánicos y fertilizantes químicos, bien sea mediante instauración temporal de una cubierta vegetal tapizante (mezcla de leguminosas y gramíneas), que permite disponer de una importante masa vegetal enterrada que confiere a las tierras originales buenas cualidades agronómicas.

Este último es el sistema que parece más aconsejable.

- Implantación definitiva del tipo de vegetación que se desea. Como ejemplos de destino final de vertederos cabe señalar que los aparcamientos de automóviles del Aeropuerto La Guardia de Nueva York, EE.UU., se hallan edificados sobre un antiguo relleno
- En cuanto a la dedicación a usos públicos, en especial como parques, campos de deporte, terrenos de golf, etc., son numerosísimos los precedentes que existen en Gran Bretaña, EE.UU., Alemania o Francia.

Consideración especial merece el tema de la regeneración ecológica, tanto por la progresiva desaparición de espacios naturales próximos a los núcleos habitados, como por haber sido práctica desafortunada la dedicación a zonas de vertido de espacios provistos de una intrínseca riqueza natural y científica.

En tales casos, la recuperación no debiera ser únicamente vegetal, sino que en la medida de lo posible debe contemplar la reimplantación ecológica, tanto desde la vertiente vegetativa (reconstrucción de fitocenosis), como desde la puramente paisajística (estructura topográfica típica del entorno). En este sentido deben extremarse todavía más las medidas de control y protección de la masa residual. De cualquier manera, parece imprescindible la utilización de los materiales originales del ecosistema (suelo, rocas, especies vegetales típicas, etc.), evitando la introducción de especies exóticas, que únicamente vendrán a alterar y probablemente a degradar todavía más el equilibrio ecológico dañado.

e) **La importancia de la participación ciudadana**

En general, los vertederos tienen una pésima imagen pública. Aparte de las molestias que los vertidos incontrolados ocasionan a la población y de la degradación ambiental inducida, las decisiones políticas de instalación o mantenimiento de determinados vertederos pueden dar lugar a la crítica de actuaciones consideradas como poco democráticas o tomadas de espaldas a los intereses comunitarios. No se entra aquí en el análisis de esas posiciones críticas, pero sí debe señalarse que en cualquier nuevo proyecto de instalación de un vertedero controlado hay que contar con la opinión ciudadana.

Si a la posición de defensa de un derecho ciudadano, se agrega la posibilidad de recibir molestias (ruidos, polvos, ratas, malos olores) y la degradación del medio ambiente del entorno (contaminación de las aguas, incendios, humos), la oposición puede llegar a ser muy intensa y a comprometer seriamente el proyecto. Sin ánimo de manipulación de esta legítima acción comunitaria, es evidente que si el proyecto se ha desarrollado siguiendo las pautas técnicas señaladas, ha de ser perfectamente defendible ante la opinión pública. De ahí el interés en informar fielmente de cómo se han de llevar a término los trabajos de vertido, alternativas posibles que se han considerado, impacto ambiental producible, alcance de las molestias, medidas precautorias y de control y balance económico.

Dentro de la tónica de información pública, deben preverse y establecerse fórmulas que permitan la participación ciudadana en la gestión del relleno, muy en especial en lo referente al control de las molestias, y al posible impacto ambiental (análisis de aguas, emisión de humos y olores, clase y origen de los residuos vertidos, etc.). Para evitar posiciones enconadas, los órganos de gestión del vertedero deben recibir y tratar de resolver todas las quejas y sugerencias ciudadanas.

f) Tipos de rellenos sanitarios

Las llamadas descargas simplificadas constituyen una forma práctica y barata de tratar las basuras en las pequeñas aglomeraciones urbanas. La explotación se inicia con la simple entrega y descarga de las basuras en un área acotada al efecto. Debido a la pequeña cantidad de residuos depositados y a la escasez de medios de los municipios que puedan verse afectados, no se justifica la instalación y equipo permanente necesarios, ya que su costo de adquisición puede implicar una inversión desproporcionada al volumen de residuos a tratar, siendo imposible su amortización racional.

La consecuencia lógica de las descargas simplificadas es pensar en la organización de un servicio mancomunado de recogida y tratamiento de basuras; pero mientras no se realice puede establecerse esta fórmula, que resulta económica y reduce el impacto ambiental que ocasiona el vertido totalmente incontrolado.

El lugar elegido debe reunir las condiciones geológicas adecuadas de forma que no haya posibilidad de contaminación seria de las aguas (contaminación por otro lado limitada si se tiene en cuenta el reducido tonelaje de basuras a depositar). El área habrá de protegerse mediante vallado y señalización; debe haber, además, compactación periódica (al menos

semanal), control periódico de parásitos y descarga de las basuras en capas delgadas, no en acumulaciones de altura, con recepción únicamente de aquellos residuos que hayan sido previamente autorizados, reservándose la entrega de los considerados como especiales al horario de los trabajos de cubrimiento

Se denomina **relleno controlado** aquel tipo de relleno que cumpliendo varias de las condiciones exigidas a los rellenos sanitarios, no reúnen la totalidad. El defecto puede ser: de medidas y trabajos de control, de suficiente dotación de equipo, de instalaciones, etc. En todo caso, nunca se considerarán dentro de este grupo aquellos que ocasionen contaminación importante de aguas o se hallen en situación de incendio.

Su evolución lógica es, o bien pasar a relleno sanitario -y por tanto dotarse técnicamente de la infraestructura, equipo e instalaciones necesarios (con la aplicación del subsiguiente plan de operaciones, trabajos y controles)- o bien proceder a su clausura, acondicionado debidamente el espacio mediante su sellado y cobertura vegetal.

El **relleno con compactación y desgarré** es un relleno sanitario convencional, al que se ha dotado de equipos especiales de compactación del tipo "pata de cabra" o similares. Las ventajas del compactado son las siguientes:

- aumenta la densidad de la masa vertida, con lo cual disminuye su volumen, y por tanto prolongará la vida útil del relleno.
- ofrece una mayor homogeneización de los residuos, como consecuencia tanto de la propia compresión como de la dilaceración o desgarré que experimentan por la acción de las ruedas del compactador dotadas de "pata de cabra" o de cuchillas;
- permite evitar incendios al disminuir la porosidad de la masa vertida ya que se limita la acumulación de gas metano y se dificulta la penetración del aire de la misma;
- disminuye la percolación ya que los residuos fuertemente compactados se hacen casi impermeables al paso del agua;
- permite, en determinadas ocasiones, el espaciamiento de la cobertura (siempre y cuando las capas de residuos, una vez compactados, sean de un máximo de 80 cms. de espesor y el compactado se haya efectuado diariamente);
- dificulta la proliferación de roedores, aunque en modo alguno la inhibe;
- mejora el aspecto general del relleno.

Puede decirse, en términos generales, que hoy en día es inconcebible que rellenos con una capacidad operacional por encima de las 250 Tm/día -salvo que utilicen técnicas especiales- no estén equipados con estos equipos de compactación. Las marcas comerciales de compactadores que se hallan presentes en el mercado son variadas. Se pueden clasificar en dos grupos: las que son adaptaciones de compactadoras articuladas (de obras públicas) y las

que han sido especialmente concebidas para trabajar sobre basuras.

Todas presentan suficiente garantía operacional, pero cuando se trata de importantes volúmenes de basuras, las del segundo tipo acostumbran a dar un mayor rendimiento, a la par que presentan mayor robustez mecánica.

El relleno con trituración previa presenta una serie considerable de ventajas junto a unos mayores costos de inversión, si bien no forzosamente de explotación, aunque esto está en función de las características del relleno. Los costos de inversión sólo se justifican plenamente cuando el triturado de los residuos sirve además para optimizar su transferencia a grandes distancias. En tal caso, la combinación: planta trituradora-estación de transferencia-transporte especial-vertido de material triturado, supone una clara mejora del proceso. Más cuestionable resulta la instalación de la trituración en el propio relleno.

Las ventajas derivadas de la trituración previa de las basuras y de su vertido en tales condiciones son las siguientes:

- aprovechamiento máximo del volumen del relleno como consecuencia del excelente asentamiento de la masa residual;
- reducción de la masa (efecto derivado de la descomposición aerobia que puede producirse en ella, se llega a alcanzar un grado de mineralización considerable en un poco tiempo);
- más facilidad en los trabajos de explotación al no ser imprescindibles las coberturas diarias;
- disminución y prácticamente eliminación de los riesgos de incendio en el relleno;
- limitación de las emanaciones de gas metano;
- disminución del impacto producido por la dispersión de papeles, plásticos, polvo, etc.;
- mejora general del aspecto del emplazamiento como consecuencia de lo anterior y de la mayor homogeneización de la masa residual vertida;
- disminución de la población de roedores, ya que, en medio aerobio, la fermentación es capaz de generar una temperatura que impide a estos animales su permanencia en el vertido (similar argumento es aplicable a la proliferación de insectos, pues está demostrada la disminución de vectores biológicos);
- una más rápida y mejor recuperación final del emplazamiento, al optimizarse el asentamiento de la masa y al limitarse la producción de gases;

- posibilidad de elaboración de compost o de una enmienda orgánica, en el propio vertedero, por fermentación natural.

Este último punto puede revestir gran interés para la preparación de la cobertura final y para la rápida progresión de la cubierta vegetal. Parece ilógico no aprovechar la infraestructura de tratamiento que implica la trituración para implantar -con todas las consideraciones y limitaciones que cada caso exija- procesos secundarios de reciclaje y compostaje, de forma que el material a verter sea mínimo y de una composición tal que, una vez separada la materia orgánica, apenas implique riesgos. La argumentación es también válida para aplicarla a la posibilidad de incinerar basuras trituradas, máximo si previamente se las ha separado una parte de la materia orgánica.

Debe citarse el **vertido de bloque o "high baling"** que se basa en someter los residuos a un proceso de compresión tal, que permite transformarlos en "balas" de gran tamaño y peso y elevada compactación. Esta operación facilita no sólo el vertido -ya que sus especiales características permiten efectuar cualquier relleno sin riesgos graves de deterioro ambiental- sino también el transporte.

Los bloques pueden verterse sin mayor complicación e incluso utilizarse como sustrato en determinada clase de obras públicas. Es factible someterlos a un recubrimiento mediante asfalto o cemento, de forma que quedan protegidos exteriormente y son aptos para su colocación como sub-base de carreteras, en la construcción de diques y puertos, etc.

Estos casos no constituyen propiamente casos de vertido, sino una determinada manera de aprovechamiento de las basuras. Nuestros residuos urbanos, con un porcentaje de hasta un 90% de humedad y con escaso contenido celulósico -papel y cartón- en relación al de los países industrializados, hacen que este procedimiento aquí sea hoy por hoy inviable.

Los vertederos controlados presentan frente a los otros sistemas de tratamiento las siguientes **ventajas**:

- Fácil implantación.
- Costes reducidos de instalación y funcionamiento.
- Capacidad de absorber variaciones de producción.
- Escaso impacto ambiental cuando su proyecto y gestión son correctos.
- Posibilidad de utilización, una vez clausurado, como campo de deportes, zona ajardinada, lugar de campamento, etc.

Como **inconvenientes** se pueden considerar:

- La necesidad de grandes superficies de terreno.
- Su ubicación alejada de los núcleos urbanos con el consiguiente encarecimiento del transporte de los residuos.
- La imposibilidad de aprovechamiento de los recursos contenidos en las basuras.

En cualquier caso, hay que considerar que el relleno es un sistema complementario de cualquier otro tipo de tratamiento, puesto que todos producen rechazos que hay que eliminar.

g) Determinación de costos

Para la determinación de los costos de un relleno sanitario consideramos todos los insumos afectados en forma objetiva a la faz operacional, dejando de lado elementos subjetivos, cuya ponderación tiene raigambres locales, difíciles de generalizar hasta el momento.

Es por ello, que no se considerará el valor del terreno antes de ser rellenado ni tampoco el que tendría después de concretadas las obras, ya sea de relleno u obras de destino final a dar al área. La devaluación o revalorización eventual del entorno al perímetro de emplazamiento es otro tema que se excluye en la determinación de costos.

El impacto ambiental producido por el centro de disposición y su relación con respecto a la aplicación de otras técnicas, da lugar a valores imponderables, algunos de ellos de naturaleza política, por lo que resultará improbable su determinación o estimación precisa. Es así como este desarrollo se limitará a la ponderación de los ítems que componen la obra a ser ejecutada.

Si se agruparán los ítems que integran el costo en fijos y variables; los primeros son independientes de la operación y los segundos son directamente proporcionales a la productividad del centro de disposición. Los beneficios empresariales están prorrateados en los distintos valores porcentuales de los ítems que se consideran.

Costos fijos. Este costo está constituido por la inversión que es necesario realizar para comenzar la recepción de los residuos. Comprende los siguientes ítems:

1. Proyecto y Dirección de obra.
2. Infraestructura.
3. Preparación del terreno.
4. Costos financieros.
5. Equipamiento.

Costos variables : Estos costos están compuestos de todos aquellos insumos que se afectan en forma proporcional en la operatoria del relleno sanitario, a saber:

1. Personal.
2. Combustible y lubricante.
3. Otros insumos:
 - Aridos finos, utilizados para conformar la capa de rodamiento de la trama vial interna.
 - Tuberías de hormigón, para realizar las cámaras de control del líquido percolado.
 - Piedra partida para rellenar las zanjas recolección del líquido percolado.
 - Material de cobertura de las celdas
 - Semillas para fijar el desarrollo de vegetación (en manto de cobertura o áreas vegetales)
 - Consumo eléctrico en el transcurso de la operación.
 - Otros servicios (agua potable, teléfono).

- Mantenimiento de equipo, básculas y otros.

En los países desarrollados los costos típicos de la disposición final en rellenos sanitarios varía de unos US\$ 30 a 60 por tonelada. En América Latina los costos varía de US\$ 3 a 15 por ton.

5.4.3. Incineración

La incineración es un proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero determina una importante reducción de peso y volumen de las basuras originales.

La reducción de peso es aproximadamente del 70% y el volumen del 80 al 90% dependiendo fundamentalmente del contenido de fracciones de combustibles e inertes.

Toda planta incineradora de residuos urbanos debe estar proyectada para realizar las siguientes operaciones:

- Recepción, pesaje y almacenamiento.
- Alimentación y dosificación de hornos.
- Extracción de cenizas y escorias.
- Enfriamiento de gases.
- Tratamiento de los gases y de las cenizas volátiles de combustión.
- Transporte de escorias.

Las distintas partes del incinerador deben cumplir una serie de requisitos mínimos para poder transformar los residuos en ceniza o escorias prácticamente inertes; para conseguir que los gases de combustión contengan la mínima cantidad de polvo y para que el agua utilizada en el proceso no represente un peligro de contaminación.

La utilización del sistema de incineración para tratar los residuos sólidos urbanos presenta las siguientes ventajas:

- Escasa utilización de terrenos.
- Posibilidad de implantación cerca del núcleo urbano.
- Puede tratarse cualquier tipo de residuos si su poder calorífico es adecuado.
- Puede adecuarse para la eliminación de fangos de aguas residuales.

- Existe la posibilidad, para plantas de gran capacidad, de recuperación de energía.

Sin embargo existen también una serie de **inconvenientes** que generalmente son de tipo económico:

- Inversión alta de la instalación.
- Costes operacionales elevados.
- Escasa flexibilidad para adaptarse a variaciones estacionales de la generación de residuos.
- Técnica de explotación muy especializada.
- Exposición a paros y averías, por lo que precisan un sistema alternativo.
- Precisan, en mayor o menor grado, aporte de energía exterior para su funcionamiento.
- No suponen un sistema de eliminación total, precisando un relleno para los rechazos.

Los problemas de contaminación atmosférica están resueltos, pero suponen importantes inversiones en sistemas de depuración de humos.

También ha de considerarse el coste de tratamiento de las aguas residuales generadas por los residuos en la zona de almacenamiento y de las utilizadas en el enfriamiento de escorias.

Algunos de los **factores que determinan o condicionan la implantación de un sistema de incineración** son los siguientes:

- Volumen de residuos a incinerar.
- Poder calorífico inferior de las basuras (PCI).
- Costes de inversión.
- Gastos de explotación.

El PCI es fundamental para estudiar la posibilidad de incineración. Un valor de 1.000 kcal/kg es el límite mínimo para adoptar este sistema, ya que permite la combustión de residuos en los grandes incineradores sin necesidad de combustible adicional.

La combustión de los residuos libera una cantidad de energía térmica que puede ser recuperada para usos como:

- Alimentación a una red de calefacción.
- Producción de agua caliente.
- Producción de vapor para la industria.

- Producción de energía eléctrica por vapor de alta presión.
- Accionamiento de turbinas por los gases de la combustión.

El aprovechamiento para calefacción y agua caliente no es frecuente por la gran variación estacional de la demanda y sobre todo por el alto costo de infraestructura, por lo que normalmente se produce energía eléctrica mediante vapor.

Los parámetros que, en definitiva, deciden la adopción de incineradores con sistema de recuperación de energía son: el poder calorífico de los residuos, la capacidad de la instalación y el precio de comercialización de la energía producida.

En los incineradores nuevos que se instalan con todos los procesos de control ambiental los costos, incluyendo los de costos de capital, por tonelada tratada varían de US\$ 100 a 200, descontando ya los ingresos por venta de energía.

5.4.4. Reciclado

El reciclado es un proceso que tiene por objeto la recuperación de forma directa o indirecta de los componentes que contienen los residuos urbanos.

Este sistema de tratamiento viene impuesto por el nuevo concepto de gestión de los residuos sólidos que debe tender a lograr los objetivos siguientes:

- Conservación o ahorro de energía.
- Conservación o ahorro de recursos naturales.
- Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar; y
- Protección del medio ambiente.

El reciclado puede efectuarse de dos formas. La primera consiste en la separación de los componentes presentes en las basuras, para su recuperación directa, dando así origen a lo que se conoce como "recogida selectiva". Para la efectividad de este sistema se necesita, por un lado, la participación ciudadana al tener que depositar en recipientes distintos los diferentes componentes de los residuos que intentan recuperarse (habitualmente se usan tres recipientes, uno para el vidrio, otro para los papeles y un tercero para el resto de la basura); y por otro lado la recogida de dichos componentes ha de realizarse por separado bien en vehículos distintos o en vehículos especiales compartimentados.

La segunda forma de efectuar el reciclado es partiendo de las basuras brutas, o sea efectuando un tratamiento global de los residuos sólidos urbanos mediante técnicas comunales de la industria minera y metalúrgica, tales como la trituración, cribado y clasificación neumática para lo concerniente a la preparación del residuo y separación de las fracciones ligeras; y sistemas de clasificación por vía húmeda, electromagnética, electrostáticos, ópticos y flotación por espumas para la obtención y depuración de metales y vidrio.

En los países en desarrollo las plantas casi todas son de separación manual por ejemplo en la Ciudad de México, los ex-segregadores de los vertederos abiertos, efectúan una separación manual de los residuos en condiciones sanitarias aceptables utilizando bandas transportadoras mecánicas.

Teniendo en cuenta la composición media de los residuos sólidos de Chile, se puede afirmar que anualmente se tira a la basura más de 480.000 toneladas de metales, casi un millón de toneladas de vidrio, unos 2 millones y medio de toneladas de papel y cartón, y casi 6 millones de toneladas de materia orgánica, cifras que oscilan entre el 40 y el 75% de la producción de dichos materiales, por lo que difícilmente podrá justificarse una política basada simplemente en la eliminación de los residuos sólidos.

Pero no sólo se pierden estos recursos, sino que, al no hacer uso de la industria de la recuperación, el consumo de materias primas y energía va en constante aumento con el consiguiente efecto sobre la economía nacional. Como ejemplos gráficos bastan los siguientes datos: para conseguir una tonelada de pasta para la fabricación de papel son necesarios 14 árboles y cada uno tarda en crecer 20 años; con la recuperación de 2 toneladas de plásticos se ahorra una tonelada de crudo importado; para la producción de una tonelada de acero, si se utiliza material recuperado se evita un barril y medio de petróleo; en la fabricación de una tonelada de aluminio se invierten 29 barriles de crudo que igualmente se puede ahorrar; si se incluye material recuperado en la producción de una tonelada de cobre se evita 7 barriles y medio de petróleo; para fabricar una tonelada de vidrio se consumen 0,5 toneladas de fuel-oil, pero aportando calcin, el consumo se puede reducir en un 20% al tiempo que se disminuye el consumo de materias primas generadas a su vez de contaminantes.

Sin embargo, los procesos industriales de reciclaje suponen un consumo energético a tener en cuenta. Cuanto mayor sea la fracción de subproducto a recuperar, mayores y más sofisticados serán los medios necesarios para su recuperación.

De ahí que únicamente se justifique la recuperación cuando la diferencia de calidad con las materias primas originales quede compensada por la diferencia de precio.

Resumiendo, la recuperación presenta ventajas e inconvenientes que se pueden resumir así:

- Las ventajas se derivan del aprovechamiento de materias primas, economía energética, uso racional de los recursos naturales, devolución a la tierra de su riqueza orgánica, participación solidaria de la comunidad en los problemas de los residuos sólidos y valoración del y mejoramiento de los segregadores informales.
- Los inconvenientes pueden ser: las inversiones iniciales; el sometimiento a paros y averías, que impone un sistema alternativo; la producción de rechazos, que exige imprescindiblemente un relleno complementario; la gestión especializada y cuidadosa y el alto costo (real o escondido) de recuperación, limpieza y transporte del material separado, entre otros.

5.4.5. Compostaje

El compostaje es un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia, de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas. Las bacterias actuantes son termofílicas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 y 70°C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto.

El proceso lleva consigo la separación manual o mecanizada de la mayor parte de los metales, vidrio y plásticos lo que generalmente hace que el proceso se asocie al reciclaje de estos materiales. La fermentación puede ser natural (al aire libre) o acelerada (en digestores). En el primer caso tiene una duración de tres meses y de 15 días en el segundo.

Realmente se puede considerar como un proceso de reciclaje en el que se recupera la fracción orgánica para su empleo en la agricultura, lo que implica una vuelta a la naturaleza de las sustancias de ella extraídas.

El material resultante del proceso, llamado "compost", es un abono y no un fertilizante, o sea más bien un regenerador orgánico del suelo. Sus efectos positivos sobre el suelo son:

- Suelta los terrenos compactados y compacta los demasiado sueltos.
- Favorece el abonado químico al evitar la percolación.
- Aumenta la capacidad de retención de agua por el suelo.
- Es fuente de elementos nutritivos (nutrientes más oligoelementos).
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo.

Esta última acción es fundamental en los suelos con gran déficit en materia orgánica, menos de 3%. Hasta el momento, el medio principal de enmienda orgánica de los suelos ha sido el estiércol. Dada la disminución de producción de este material, debido a la cada vez menor utilización de animales en las faenas del campo, el "compost" puede ser el sustituto adecuado para esta importante función.

Las causas de su escasa utilización y el fracaso experimentado por algunas plantas de fabricación han sido las siguientes:

- Mala calidad del producto ofrecido al agricultor.
- Inestabilidad en el tiempo de la fermentación.
- Fabricación de una sola calidad.
- Falta de información al agricultor para su uso.
- Montaje de las fábricas pensando en su rentabilidad absoluta.
- Distancias de suministro excesivas y alto costo de transporte.
- Capacidades de producción pequeñas.
- Falta de estudio de mercado.
- Presencia de metales pesados en el producto.

Si se pretende generalizar la utilización del "compost" se deben establecer unos criterios de calidad, fabricando diferentes clases para distintas utilidades; deben establecerse factores

limitantes, como salinidad, condiciones sanitarias, contenido en metales pesados, etc.; se deben situar las plantas a distancias menores de 50 kilómetros de los centros de consumo; debe informarse a los agricultores de las condiciones de empleo de este material orgánico; y, por último, podrían inclusive establecerse precios subsidiados que le hagan competitivo con otros productos, considerando que como toda acción destinada a proteger el medio ambiente, tiene necesariamente un costo.

Como resumen, podemos decir del compost que:

- Tiene el carácter de enmienda orgánica.
- Es aséptico, libre de bacterias patógenas, semillas, huevos de acarios, larvas, etc., pero con intensísima vida bacteriana que activa los procesos bioquímicos del suelo.
- Sus elementos nutritivos están en forma de humus, fácilmente asimilable.
- Mejora química, física y biológicamente el suelo.

En Latinoamérica durante los últimos 30 años se han instalado cerca de 50 plantas de cómpost de 300 ton/día o más, habiendo cerrado la mayoría de ellas antes del cumplimiento de su vida útil, generalmente porque los municipios no podían seguir subsidiándolas. También se ha instalado una cantidad aún mayor de plantas pequeñas (50 ton/día o menos) con resultados similares. Los costos de pasar una tonelada de basura por este tipo de plantas varía de 25 a 40 US\$.

En la última década se han instalado varios emprendimientos pequeños del orden 5 a 10 ton/semana que apoyándose en una recolección separada y en el uso de la lombricultura, están teniendo mayor éxito, porque no se han enfocado como negocio sino como obras sociales y ambientales.

5.5. Alternativa para el barrido de calles y áreas públicas

El barrido de calles y áreas públicas se efectúa principalmente en las vías pavimentadas de intensa circulación peatonal. En la mayoría de las ciudades latinoamericanas el rendimiento del personal es de 1,0 a 2,0 km/día de calle (o sea 2,0 a 4,0 km. De cuneta), se recogen de 30 a

90 kg de basura por kilometro barrido y se requieren entre 0,4 y 0,8 barrenderos por cada 1,000 habitantes, dependiendo del apoyo del barrido mecánico, de la proporción de calles pavimentadas y no pavimentadas, del grado de dificultad del barrido y de la educación y cooperación de la comunidad. Hay ciudades con mayor grado de dificultad, como Río de Janeiro que requiere de la limpieza de playas. El barrido mecánico tiene costos más bajos pero implica desplazamiento de mano de obra y salida de divisas del país ya que las barredoras son generalmente importadas. En Chile, 93% de las localidades urbanas (370 ciudades) cuentan con algún tipo de barrido y limpieza en vías públicas, estimándose que 80% de las calles pavimentadas son atendidas por tales servicios. El 50% de los servicios de barrido en ciudades con más de 50.000 habitantes ha sido contratado a empresas privadas. En el cuadro 3.2.6 se presentan datos sobre barrido en algunas ciudades de la Región.

El reemplazo del barrido manual por el mecánico es un aspecto crítico que se sigue discutiendo en América Latina y el Caribe por los conflictos sociales que ocasiona el despido de personal en países con altas tasas de desocupación. Más aún, cuando precisamente el barrido absorbe un elevado número de trabajadores, sobre todo mujeres, que no están calificados para otros tipos de empleo. Es frecuente que muchos servicios municipales de aseo urbano utilicen hasta 50% de su fuerza laboral en el barrido de calles y áreas públicas.

La cantidad de residuos sólidos proveniente del barrido se incrementa con basura domiciliar o residencial cuando el servicio de recolección es ineficiente o inadecuado. Sea porque el barrido manual utiliza intensiva mano de obra o porque el barrido mecánico requiere equipo importado caro y personal operativo capacitado, este servicio de barrido es frecuentemente costoso y se convierte en un componente muy importante de los servicios de aseo urbano.

La mayoría de las ciudades con más de 200.000 habitantes utiliza personal de barrenderos y barredoras mecánicas. Las ciudades con menos de 200.000 habitantes generalmente emplean barrido manual. Las ciudades grandes cubren con barrido 100% de las calles pavimentadas del centro de ellas. La falta o deficiencias en el mantenimiento del equipo es el mayor obstáculo del barrido mecánico.

El barrido del área comercial de las ciudades es responsabilidad municipal, pero en varios países los residentes son responsables de la limpieza de la acera delante de su propiedad. Ejemplo de lo anterior ocurre en muchas ciudades de Bolivia y México.

La contratación de los servicios de barrido al sector privado formal y microempresas es cada vez más frecuente en las ciudades de la Región, con ventajas interesantes en cuanto a reducción de costos y a la calidad del servicio. Pero como el traspaso al sector privado significa muchas veces reducción de personal, se suscitan conflictos sociales y violencia como los ocurridos en Lima durante 1996.

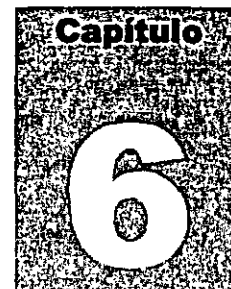
Quizá el aspecto más importante del barrido, sobre todo en las áreas de gran circulación de peatones donde además se concentra la venta callejera, se relaciona con la colocación de papeleras y con la educación ambiental de la población para cooperar con el servicio. En América Latina y el Caribe la colocación de papeleras es muchas veces arbitraria y sin un plan determinado. Las campañas de educación sanitaria y ambiental no tienen continuidad, no se planifican ni tienen un respaldo en la educación formal ni en las organizaciones civiles de la comunidad.

Cuadro 5.1
Datos sobre barrido en algunas ciudades

Ciudad	Tipo de barrido	NE de barredores S. y B mecánicas	Habs (millones)	% cobertura calles pavim.	Rendimiento (km/día)
San Rafael, Argentina	manual y mecánico	25 man., 2 mec	0,18	100	0,6
Rosario, Argentina	manual	7	1,1	100	2,4
San Luis, Argentina	manual	-	0,12	100	0,2
Godoy Cruz, Argentina	manual	180	0,19	100	0,5
Concordia, Argentina	manual y mecánico	2 mec	0,12	100	-
Pérez, Argentina	manual	-	0,22	100	2,4
Granadero, Bargasua, Argentina	manual	-	0,21	100	-
Villa Mercedes, Argentina	manual y mecánico	14 man., 2 mec.	0,9	100	0,5
El Alto, Bolivia	manual	24	0,452	100	2,4
La Paz, Bolivia	manual y mecánico	1 mec	0,738	100	0,5-2
Oruro, Bolivia	manual	49	0,193	100	2,7
Potosí, Bolivia	manual	22	0,117	100	2,4
Sucre, Bolivia	manual	16	0,144	-	-
Tanja, Bolivia	manual y mecánico	20 man., 3 mec.	0,096	100	2,7
Tirudad, Bolivia	manual	13	0,062	100	-
Cunuba, Brasil	manual y mecánico	530 man., 5 mec.	2,08	100	-
Sao Paulo, Brasil	manual y mecánico	5000 man., 4 mec	11,5	60	2
Joao Pessoa, Brasil	manual y mecánico	730 man., 1 mec.	0,68	90	2
Salvador, Brasil	manual y mecánico	2 mec	2,3	56	-
Belo Horizonte, Brasil	manual y mecánico	2345 man., 2 mec	25	70	1,1
Brasilia, Brasil	manual	745	1,8	25	1,3
Rio de Janeiro, Brasil	manual y mecánico	5741 man., 26 mec	5,5	90	1,6
Santiago de Cali, Colombia	manual y mecánico	535 man., 10 mec	1,85	97	2,81
Alajuela, Costa Rica	manual	300	-	10	3
Escobedo, México	manual	40	0,28	90	0,25
Benito Juárez, México	manual	2	0,05	-	2
Guadalupe, México	manual	55	0,8	-	-
Monte Rey, México	manual y mecánico	18 mec	1,1	-	-
García, México	manual	10	0,25	30	-
Santa Catarina, México	manual y mecánico	23 man., mec	0,2	20	-
Salinas Victoria, México	manual	4	0,014	80	2,5
San Nicolas, México	manual y mecánico	119 man., 1 mec	0,525	-	-
Apodaca, México	manual	10	0,35	20	-
San Pedro Garza, México	manual y mecánico	30 man., 2 mec	0,113	100	2
Asunción, Paraguay	manual y mecánico	234 man., 4 mec	0,51	60	-
Lima, Cercado, Perú	manual	256	0,33	70	-
Chiclayo, Perú	manual	116	0,3	70	1,1
Ica, Perú	manual	1	0,11	68	7,5
Mercedes, Uruguay	manual	18	0,37	70	2,4
Col de Sacramento, Uruguay	manual	14	0,25	20	0,8
Salto, Uruguay	manual	29	0,1	3050	5
Tacuarembó, Uruguay	manual	30	0,45	40	2
Fray Benitos, Uruguay	manual	34	0,22	35	1
Durazno, Uruguay	manual	24	0,34	35	1,3
Riverá, Uruguay	manual	11	0,81	17	1
Montevideo, Uruguay	manual y mecánico	728 man., 14 mec	1,4	70	1,5
Arucas, Uruguay	manual	20	0,32	100	2,3

- Rendimiento por barrendero en Km/barrendero/turno de trabajo diario: incluye ambos lados de la calle

Fuente: OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU, 1996



6. Evaluación de alternativas de proyectos de inversión en manejo de residuos sólidos urbanos ¹⁵ /

6.1. Introducción

La evaluación de cualquier proyecto de inversión consiste esencialmente en una comparación entre los ingresos que éste generaría y los costos que éste debería soportar a lo largo de su vida útil. Tratándose de un proyecto que se llevará a cabo con fondos públicos y con la intención de resolver un problema social, los ingresos y costos a considerar son aquellos relevantes para la sociedad.

En una primera aproximación, los ingresos y costos asociados a un proyecto de manejo de residuos sólidos podrían ser separados entre aquellos susceptibles de ser medidos o cuantificados en términos monetarios y aquellos de difícil valoración. Para los efectos de este manual, se denominará a los primeros "ingresos monetarios" y "costos monetarios" y a los segundos "impactos positivos" e "impactos negativos".

Para aclarar lo anterior, considérense los siguientes ejemplos. El ingreso que un municipio percibe por el cobro de derechos de aseo es claramente un "ingreso monetario", tal como el

¹⁵ / El contenido de este capítulo constituye un extracto o está basado en el siguiente documento: Héctor Sanín Angel "Guía Metodológica General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Social" (ILPES, Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones, 1995).

pago de remuneraciones que efectúa al personal de recolección representa un "costo monetario" (más bien debiera utilizarse la denominación "egreso monetario"). En cambio, los efectos positivos en la salud pública de un proyecto que mejore las condiciones de disposición constituirá un "impacto positivo" de ese proyecto, tal como el efecto medioambiental negativo de los gases emitidos por una planta de incineración representará un "impacto negativo" de tal proyecto.

Este capítulo abordará la problemática de la evaluación, considerando en primera instancia una evaluación preliminar, no estrictamente económica, para luego entrar a identificar los principales impactos positivos y negativos propios de los proyectos de manejo de RSU, finalizando con la identificación de los principales componentes de ingresos y costos monetarios a considerar en una evaluación económica y explicando brevemente los indicadores de evaluación económica más utilizados.

6.2. Evaluación preliminar

La eliminación de los residuos sólidos urbanos es un problema complejo y difícil de resolver y, por lo tanto, la elección de soluciones no puede estar orientada a priori, basándose solamente en informaciones fragmentarias.

En la instancia de selección de alternativas, debiera realizarse una evaluación preliminar, no estrictamente económica, que permita descartar algunas alternativas y reducir el conjunto de alternativas que deberán ser evaluadas en términos económicos.

Una primera evaluación debiera permitir eliminar aquellos sistemas de recogida o de tratamiento que con toda evidencia no resultan convenientes para la colectividad.

Algunos ejemplos:

- para alcanzar un margen de rentabilidad interesante es necesario descartar todos aquellos procesos que requieren una cantidad mínima de residuos muy superior a la cantidad generada.
- en zona turística, los períodos de alta producción de residuos no se deben resolver mediante sistemas que exigen inversiones elevadas,
- la ausencia evidente de mercado para el vapor encarece sobremanera el sistema de incineración,
- una planta de compostaje en una región que no tiene unas necesidades constantes de realizar mejoras o enmiendas del suelo, se revela innecesaria.

La evaluación preliminar debe examinar detalladamente diversos criterios de decisión, con el objeto de evitar toda apreciación subjetiva. Dichos criterios engloban los siguientes aspectos:

Criterios económicos

- costos de explotación por tonelada,
- costos de explotación por habitante,
- cuantía de las inversiones, etc.

Criterios sociales y medioambientales

- número de empleos creados,
- grado de concentración de la población,
- molestias eventuales para ciertos habitantes,
- contaminación del aire y del agua,
- condiciones de trabajo del personal,
- ruidos,
- limpieza de las vías públicas,
- protección del paisaje y de los sitios naturales,
- compatibilidad con otros proyectos de ordenamiento, etc.
- grado de participación comunitaria
- valorización del trabajo de segregadores informales.

Criterios técnicos

- cantidad y naturaleza de los residuos,
- plazos de puesta en servicio,
- capacidad para enfrentar perturbaciones (huelgas, fallas, variaciones estacionales)
- evaluación de la duración de funcionamiento,
- consumo energético e hídrico,
- compatibilidad técnica con los sistemas de recogida y de tratamiento ya existentes, etc.
- mejoramiento de los macroindicadores de eficiencia de gestión.

6.3. Identificación de impactos positivos y negativos

Tanto en la evaluación preliminar, como tras realizar la evaluación económica de alternativas deben ser considerados los impactos positivos y negativos de cada alternativa, los que -como ya se explicó- no son otra cosa que aquellos ingresos y costos difícilmente cuantificables en términos monetarios.

En la evaluación preliminar, generalmente adquieren gran importancia los eventuales impactos negativos, cuya consideración debiera conducir al descarte de algunas alternativas,

especialmente cuando se comparan dos o más proyectos, que siendo muy similares entre sí difieren notablemente en estos impactos.

En la evaluación económica, si bien no son considerados en el cálculo de los indicadores, la consideración posterior de estos impactos positivos y negativos debiera ser de utilidad para resolver eventuales "empates" e -incluso- podría alterar la jerarquización de proyectos.

A continuación, sin la pretensión de que el listado sea exhaustivo, se señalan los principales impactos positivos y negativos de los proyectos de manejo de residuos sólidos urbanos.

6.3.1. Impactos positivos

- Preservación de la salud de la población.
- Atenuación de daños medioambientales.
- Mejoramiento de la estética de la ciudad.

6.3.2. Impactos negativos

En este caso, debido a su distinta naturaleza, se tratan separadamente los impactos negativos de distintas alternativas de tratamiento.

a) Impactos negativos en proyectos de relleno sanitario

- **Impactos sobre las aguas**

Los líquidos provenientes de los desechos contienen elementos contaminantes disueltos o en suspensión, los cuales provienen del ingreso de aguas lluvias en el relleno sanitario y de la misma humedad existente en el mismo. Si estos líquidos no son controlados adecuadamente, pueden contaminar tanto aguas subterráneas como las superficiales.

- **Impactos sobre la atmósfera y la salud pública**

El gas proveniente de los vertederos contiene compuestos orgánicos tóxicos que se estima son dañinos para la salud humana y también afectan la capa de ozono y el efecto invernadero. Asimismo, un relleno sanitario -aunque esté absolutamente controlado- genera algún hedor proveniente de los residuos que allí se disponen.

- **Impactos por explosiones de gas metano**

La emigración de gas metano del relleno podría acumularse en los tubos de desagüe o los bajo los cimientos de construcciones cercanas y generar una explosión, con efectos tanto sobre la naturaleza como para seres humanos.

b) Impactos negativos en proyectos de compostaje

Impactos sobre las aguas

Las eventuales fugas o filtraciones de líquidos percolados de las pilas de basura en proceso de transformación biológica, con altas concentraciones de carga orgánica, toxococcos y algunos compuestos como nitratos y fosfatos, podrían afectar tanto aguas superficiales como subterráneas.

Impactos sobre los suelos

Los suelos pueden sufrir contaminación por ácidos, materias orgánicas y metales provenientes del proceso de compostaje. La aplicación en suelos agrícolas de compost producido sin el adecuado control de calidad, puede introducir al suelo plásticos, vidrios y compuestos y elementos químicos tóxicos que pueden transmitirse a las plantas.

Impactos en la salud pública

La contaminación del agua potable por nitratos puede afectar la salud de los habitantes, al igual que los elementos tóxicos presentes en el "compost" aplicado como abono. Asimismo, la presencia de gérmenes patógenos puede afectar la salud de los trabajadores.

c) Impactos negativos en proyectos de reciclaje

Impactos medioambientales provenientes del proceso

Problemas de contaminación provenientes del almacenamiento, limpieza, clasificación, procesamiento o refabricación con materiales recuperados, como -por ejemplo- por defectuosa disposición de las aguas provenientes del tratamiento, las que pueden contener elementos químicos, metales y otros elementos nocivos. También una limpieza insuficiente puede atraer insectos y roedores a las plantas.

Impactos sobre el aire por aumento de tráfico

Problemas de contaminación del aire, debido a la utilización de un mayor número de vehículos de recolección para la recogida selectiva.

Impactos sobre las aguas

Posibles filtraciones de aguas peligrosas provenientes de un inadecuado almacenamiento de materiales peligrosos (por ejemplo, baterías) en los centros de reciclaje.

d) **Impactos negativos en proyectos de incineración**

Impactos sobre la atmósfera por emisiones

Problemas por fallas de los equipos de control de contaminación, pueden producir emisiones de materias de partículas metálicas, gases ácidos, furanos y cenizas volátiles.

Impactos sobre las aguas

Problemas de contaminación de aguas por filtraciones en la disposición de las cenizas residuales y por filtraciones de desechos líquidos remanentes del proceso.

Impactos sobre la salud pública

Problemas de enfermedades de los trabajadores al tomar contacto o inhalar cenizas.

6.4. Identificación de ingresos y costos para una evaluación económica

A fin de poder realizar una evaluación económica de alternativas, es necesario cuantificar todos aquellos ingresos y costos susceptibles de ser valorizados monetariamente, lo que implica tanto realizar cotizaciones en el momento actual como estimaciones o proyecciones de valores futuros.

Un aspecto importante a considerar es que una evaluación económica tiene implícita la noción de que el dinero tiene un valor asociado a la variable tiempo -se asigna mayor valor a \$ 1 disponible hoy que a \$ 1 disponible en el futuro- y ello implica la necesidad de que se consideren sólo ingresos que implican entradas efectivas de dinero y costos que implican egresos efectivos de dinero (no valores meramente contables).

6.4.1. Ingresos de los proyectos de manejo de RSU

Sin pretensión de ser exhaustivos, se señalan los principales ingresos que podrían obtenerse en una gestión integral de residuos sólidos. Obviamente, algunos de tales ítems sólo serán posibles en la medida que se implante la alternativa de tratamiento que los genera.

Provenientes del cobro de la tarifa ordinaria

Corresponden a ingresos percibidos por el pago de derechos de aseo efectuado por aquellos usuarios a los que se ha prestado un servicio ordinario de recolección (habitualmente, el servicio de recolección domiciliaria, más el de recolección industrial y comercial asimilable a domiciliaria tanto en volumen como en composición).

Provenientes del cobro de la tarifa por servicios especiales

Corresponden a ingresos percibidos por el pago de derechos de aseo efectuado por entidades comerciales, industriales y similares, a los que se ha brindado un servicio especial de recolección, por ejemplo residuos voluminosos, de construcción o poda, etc.

Provenientes de la venta de biogas

Corresponden a ingresos percibidos por los contratos establecidos con empresas que explotan comercialmente el gas metano que se produce en un relleno sanitario o vertedero controlado.

Provenientes del cobro de "derecho de entrada" al relleno sanitario

Corresponden a ingresos percibidos por admitir la entrada al relleno de determinados residuos especiales, recolectados y/o transportados por otras instituciones.

Provenientes de la venta de materiales recuperados

Corresponden a ingresos percibidos por la venta de los materiales recuperados a empresas que los utilizarán como insumo de sus procesos productivos.

Provenientes de la venta de "compost"

Corresponden a ingresos percibidos por la venta de "compost" a particulares o instituciones que lo requieren como recuperador de suelos, o bien, para distribuirlo como tal.

Provenientes de la venta de energía

Corresponden a ingresos percibidos por los contratos establecidos con empresas que explotan comercialmente el vapor o la electricidad que se genera en una planta de incineración.

Provenientes del cobro de "derechos de entrada" a planta de incineración

Corresponden a ingresos percibidos por admitir la entrada de residuos especiales a una planta de incineración.

Provenientes de la venta de metales ferrosos recuperados de cenizas

Corresponden a ingresos percibidos por la venta de tales materiales -provenientes de una planta de incineración- a empresas que los utilizarán como insumos de sus procesos productivos.

6.4.2. Costos de los proyectos de manejo de RSU

Dada la diversidad de ítems de costos entre distintas alternativas de recolección y tratamiento, se tratará fundamentalmente el caso de un sistema de recolección y tratamiento más bien tradicional en ciudades intermedias de los países latinoamericanos: recogida en camiones sin estación de transferencia y disposición de los residuos en un relleno sanitario.

Se distinguirá entre:

Costos de inversión

Son aquellos en que se incurrirá desde el momento en que se adopta la decisión de llevarlo a cabo, hasta el momento en que se encuentra en condiciones de prestar servicios.

Costos de operación

Son aquellos en que se deberá incurrir para mantener la prestación regular del servicio.

a) Costos de inversión

Los principales ítems de costos de inversión son los siguientes:

Terrenos

Corresponde al costo del espacio físico requerido para ejecutar las obras, en especial aquellas del relleno sanitario. Para el dimensionamiento del terreno, se recomienda tener en cuenta la superficie que requiere la obra, los espacios abiertos, las zonas de amortiguación ambiental, posibilidades de ampliación, etc.

La valoración del terreno deberá hacerse en los casos que éste sea adquirido, sea propiedad de la institución, haya sido una donación o esté cedido en comodato. Ello, dado que siempre existirá la posibilidad de dedicar el terreno a otro uso, por lo que su empleo para el fin propuesto implica un costo para la sociedad. Sin embargo, este costo debe considerarse solo para efectos de la evaluación económica y no incluirse en el presupuesto que se preparará para el financiamiento del proyecto, salvo en el caso que efectivamente sea necesario adquirir el terreno.

Cuando el terreno vaya a ser adquirido para el proyecto, deberá considerarse el costo total que dicha adquisición implica, incluyendo el valor a pagar por el terreno y todos los gastos que implique la transacción (gastos notariales, de transferencia, etc.). En el caso que el terreno este disponible o vaya a ser donado o cedido en comodato, el valor que se le imputará corresponderá al de mercado (valor en que podría ser vendido suponiendo que no hubiera impedimento para ello).

Preparación del sitio

También es necesario considerar todos los gastos necesarios para la preparación del terreno, tales como despeje, drenaje, nivelación y cercado. Asimismo, si el terreno no tiene conexiones a las redes de servicios básicos (luz eléctrica, agua potable, alcantarillado) se deberá incorporar el costo de estas conexiones, junto con el costo del estudio de factibilidad de conexión cuando corresponda.

Cualquier costo que sea consecuencia de un impuesto (por ejemplo impuesto a la transferencia de bienes) se considerará para efecto del presupuesto del proyecto, pero no se incluirá para efecto de la evaluación.

Construcciones

El costo de construcciones corresponde al valor de las edificaciones y otras obras físicas necesarias para materializar la alternativa del proyecto. Incluye los costos de materiales, transporte de materiales, mano de obra, supervisión, asesoría, y otros necesarios para la construcción de la obra física.

En este punto se habla de construcción en términos genéricos, entendiendo que puede ser construcción, reparación, remodelación, etc. Lo importante es que la valoración se debe hacer tomando en cuenta el costo por m² de "construcción", diferenciado ya sea si se trata de construcción, remodelación, reparación u otros.

Además, dentro de los costos de construcción deberán incorporarse los costos de los diseños arquitectónicos y estudios de ingeniería, cuando corresponda.

En lo que respecta al relleno sanitario deben considerarse, entre otros: la excavación general, el diseño del sistema de revestimientos, el sistema de tratamiento de fugas de líquidos y el de controles de drenaje de aguas subterráneas, la red para eventual explotación del biogas, los caminos de acceso, los cierros, etc.

Por último, y al igual que en el caso de los terrenos, también deben valorarse, a sus respectivos precios de mercado, cualquier aporte de trabajo y/o insumos para la construcción del proyecto. Estos se consideran para efecto de la evaluación, pero no para el presupuesto de las obras.

Equipamiento mayor

Corresponde al valor de los bienes de capital necesarios para prestar el servicio, entre los cuales se incluyen los camiones recolectores, las camionetas de servicio, los camiones-cisterna, los bulldozer, las balanzas, los contenedores y parte del equipamiento y/o herramientas necesarias para limpieza de calles. El costo del equipamiento debe incluir el costo de prueba y puesta en marcha, cuando corresponda.

Los equipos se valorarán a su precio de mercado para efecto del presupuesto del proyecto, pero se descontarán los impuestos para la evaluación del proyecto. Los equipos que sean donados también se valoran a precio de mercado (sin impuestos) para la evaluación.

Equipamiento menor

Corresponde al valor de los bienes muebles y otros elementos necesarios para que el proyecto quede funcionando. Por ejemplo: mobiliario, computadores, sillas, etc. El costo del equipamiento debe incluir el costo de instalación, cuando corresponda.

Los equipos se valorarán a su precio de mercado para efecto del presupuesto del proyecto, pero se descontarán los impuestos para la evaluación del proyecto. Los equipos que sean donados también se valoran a precio de mercado (sin impuestos) para la evaluación.

Otros costos de inversión

Corresponde a ítems relacionados con capital de trabajo inicial y otros costos de inversión de carácter más específico (costos de puesta en marcha, costos de comunicación promocional, etc.).

b) Costos de operación

Los costos de operación corresponden a todos aquellos egresos en los que se deberá incurrir para una prestación regular del servicio asociado al proyecto.

Sin embargo, es importante destacar que se debe valorizar sólo los **costos diferenciales**, es decir aquellos **costos adicionales a los actuales**, en que se incurriría si se llevase a cabo el proyecto.

Los ítems de costos que se indican a continuación, son los más habituales y debieran ser estimados para cada uno de los años de vida útil del proyecto:

Remuneraciones

Corresponde al costo de los servicios prestados por los recursos humanos necesarios para que el servicio sea prestado. En este ítem se registran los costos de remuneraciones de directivos, empleados administrativos, personal de recolección y personal de disposición, incluidos los costos por seguridad social, gratificaciones y otros.

Se deben detallar los requerimientos totales de personal, especificando si corresponde a: profesionales, técnicos, secretarías, choferes, asistentes u otros. Además, se debe especificar si se requiere contratar personal especializado en algún tema (por ejemplo un experto internacional).

Para efectos de la identificación de los costos asociados a este ítem, se deberá considerar todo el personal que involucre desembolsos adicionales para la entidad que operará el proyecto. Es decir, no debe considerarse el costo de personal existente que seguirá en funciones independientemente de la ejecución del proyecto.

Insumos

Corresponde al valor de los elementos indispensables que permiten la prestación regular del servicio y que se consumen normalmente dentro de un período anual. Entre ellos se encuentran vestuario, combustibles, aceites, materiales de oficina, materiales de apoyo, etc.

Tal como en las categorías previas, sólo debe considerarse el costo adicional atribuible a la implementación de la alternativa de proyecto.

En aquellos casos en que la alternativa de proyecto implique reemplazar algunos insumos actuales por otros nuevos, sólo deberá considerarse el costo neto incremental. Es decir, se calcula el costo de los nuevos insumos y se descuenta el costo de aquellos que son reemplazados.

Mantenimiento y reparación

Corresponde a los egresos en que se debe incurrir para mantener la capacidad de generación de beneficios de los inmuebles y del equipamiento mayor y menor, evitando su deterioro o falla prematura. Es decir, corresponde a gastos tales como pintura y reparaciones menores de los edificios, servicios de mantenimiento periódica de vehículos y equipos, reparaciones y pintura de muebles, etc.

En el caso de la mantención y reparación de vehículos, se debe considerar el costo de los repuestos.

Servicios básicos

Corresponde a los gastos generales necesarios para la prestación del servicio. Estos servicios incluyen, por ejemplo, agua, luz eléctrica, teléfono, fax, entre otros. Es importante tener presente que, al igual que en el caso anterior, sólo deben considerarse los costos adicionales que implique la realización del proyecto.

Arriendos

Corresponde al pago de renta por edificaciones, terrenos, vehículos y/o equipos que se requieran para la operación del proyecto. Debe considerarse el costo total del arriendo, incluyendo comisiones, pero excluyendo cualquier impuesto para efecto de la evaluación. Si es necesario el pago de una garantía, considerarla como un costo al momento de efectuar el pago y como un ingreso cuando se estime será recuperada.

Para la estimación de estos costos, es conveniente basarse en el costo incurrido por el mismo concepto en proyectos similares recientes o en cotizaciones solicitadas a posibles proveedores. El canon de arriendo también puede estimarse como un porcentaje del valor del objeto arrendado.

Servicios prestados por terceros

Corresponde a los pagos que se debe realizar a terceros por concepto de prestaciones relacionadas con la realización de determinadas fases del servicio. Por ejemplo, si se ha entregado a un privado la recolección de residuos en determinados sectores de la ciudad, el municipio debe pagarle periódicamente por tales servicios, de acuerdo a las estipulaciones del respectivo contrato.

Costos de control medioambiental

Corresponde a aquellos costos en que se debe incurrir para evitar la contaminación ambiental que puede generar el proyecto. Por ejemplo, el monitoreo de fugas de líquidos en el relleno.

En el caso de proyectos de incineración resultan especialmente críticos los costos de control de contaminación del aire y de manejo de las cenizas.

Otros costos de operación

Dentro de este ítem se deben detallar todos los otros costos de operación necesarios para el funcionamiento del proyecto. Alguno de ellos son: comunicaciones, impresos y publicaciones, seguros, gastos bancarios y financieros, etc. Sólo se consideran los costos adicionales debidos a la ejecución del proyecto, libres de impuestos para efectos de la evaluación.

En el caso de proyectos de compostaje o reciclaje deberán considerarse los costos de comercialización de los productos obtenidos.

Es importante señalar la existencia de costos de cierre del relleno, los que incluyen -entre otros- ítems tales como: cobertura, semillas, fertilizantes y sistema de control de gases, además de los costos necesarios para su cuidado posterior al cierre (inspecciones y monitoreos en general).

6.5. Criterios para la evaluación económica de alternativas

Una vez que se ha identificado y valorizado los costos e ingresos de cada alternativa, para cada uno de sus años de vida útil, se procede a la evaluación económica de cada una de ellas, considerando para ello la comparación entre costos e ingresos.

Como ya se ha mencionado, debe considerarse el valor temporal del dinero, lo que significa que no es irrelevante en qué momento se percibe el ingreso o se incurre en el costo. Es importante acotar que ello no es un problema asociado necesariamente a la existencia de inflación, sino más bien a la existencia de usos alternativos para el dinero: en términos simples, se asigna mayor valor a \$ 1.000.000 percibidos hoy que a \$ 1.000.000 que se percibirán dentro de 1 año, debido a que los \$ 1.000.000 que se perciben hoy pueden ser "puestos a trabajar" durante todo el año, lo que permitirá contar con más de \$ 1.000.000 dentro de 1 año.

Los métodos de evaluación que se explican a continuación tienen presente el aspecto antes señalado, el cual se encuentra implícito en una tasa de interés denominada "tasa de descuento".

Básicamente, los métodos de evaluación económica de alternativas factibles de aplicar en proyectos de manejo de residuos sólidos pueden ser catalogados en dos grupos: **métodos costo-beneficio** y **métodos costo-eficiencia**.

A continuación, se efectúa una muy somera presentación de los principales métodos de cada grupo, sugiriendo al lector interesado en más detalles, se remita a textos especializados en evaluación de proyectos de inversión. (Ver bibliografía).

6.5.1. Métodos costo-beneficio

Los métodos costo-beneficio se utilizan en aquellos casos en que es posible expresar en términos monetarios tanto los ingresos como los costos del proyecto.

De entre una amplia gama de indicadores, los más utilizados son el **Valor Actual Neto (VAN)** y la **Tasa Interna de Retorno (TIR)**, los que se presentan a continuación.

a) Valor actual neto

El valor actual neto (VAN), también conocido como valor presente neto, pretende medir cuánto será la diferencia en riqueza para quien realiza el proyecto, al comparar la "situación con proyecto" (su situación de riqueza si lleva a cabo el proyecto) versus la "situación sin proyecto" (su situación de riqueza si no lleva a cabo el proyecto), en valor actual. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{I_i - E_i}{(1+r)^i}$$

donde:

I_i = Ingresos del proyecto en el año i

E_i = Egresos del proyecto en el año i
 r = Tasa de descuento

La tasa de descuento expresa la tasa de rentabilidad real mínima que se exige al proyecto, la que -en general- debiera ser igual al "costo de oportunidad" de los fondos invertidos en el proyecto (la rentabilidad que se podría obtener en la mejor alternativa de inversión distinta a la que se está evaluando). Por ejemplo en Chile para proyectos sociales, esta tasa la determina el Ministerio de Planificación.

Para que un proyecto sea considerado conveniente, debe tener $VAN > 0$, ya que ello estaría indicando que el inversionista obtendría un diferencial positivo de riqueza por el hecho de llevar a cabo el proyecto.

Ejemplo:

Supóngase un proyecto hipotético de una planta de reciclaje de RSU presenta los siguientes datos relevantes para su evaluación:

Inversión inicial (en u.m. = unidades monetarias)

Terrenos	30.000
Edificios	12.000
Maquinaria e instalaciones	88.000
Herramientas	2.000
Muebles y útiles	1.000
Vehículos	20.000
Máquinas de oficina	1.000
Capital de trabajo	26.000
	180.000

La planta será operada durante 3 años, tras los cuales se liquidará todo el activo inmovilizado en la suma de 85.000 u.m.

Los ingresos y egresos de operación relevantes para el cálculo del VAN son los siguientes (en u.m.):

	fin año 1	fin año 2	fin año 3
Ingresos	130.000	160.000	120.000
Egresos	40.000	50.000	70.000
Excedente operacional	90.000	110.000	50.000

Entonces, dada una tasa de descuento de 10% anual, para el cálculo del VAN se debe desarrollar la siguiente expresión:

$$VAN = \frac{90.000}{1,10} + \frac{110.000}{(1,10)^2} + \frac{50.000 + 85.000}{(1,10)^3} - 180.000$$

$$VAN = 274.154,77 - 180.000$$

$$VAN = 94.154,77 \text{ u.m.} > 0 \Rightarrow \text{proyecto es conveniente}$$

b) Tasa interna de retorno

En términos simples, la tasa interna de retorno (TIR) corresponde a aquella tasa de descuento que hace el VAN de un proyecto igual a cero. En esencia, la TIR refleja la "rentabilidad bruta" del proyecto por período, la que debe ser comparada con la tasa de descuento para conocer si el proyecto es conveniente o no. Usando la misma fórmula anterior, la TIR corresponderá a aquella tasa r^* tal que:

$$\sum_{i=0}^n \frac{I_i - E_i}{(1 + r^*)^i} = 0$$

donde $r^* = \text{TIR}$

Para la determinación de esta tasa se sigue un proceso iterativo, probando con distintos valores de r^* hasta encontrar aquella que cumple con la ecuación. Afortunadamente, todas las planillas electrónicas y calculadoras financieras cuentan con funciones para calcular automáticamente la TIR de un flujo de fondos.

Para que un proyecto sea considerado conveniente, debe tener $r^* > r$, ya que ello estaría indicando que el inversionista obtendría un diferencial positivo de rentabilidad por el hecho de llevar a cabo el proyecto.

Ejemplo:

Un proyecto de planta de reciclaje de RSU, con una inversión inicial de 180.000 u.m., que será operada sólo durante 2 años tras los cuales se podrá realizar el activo inmovilizado en la suma de 100.000 u.m.

Se estima que durante los dos años de operación, los excedentes operacionales relevantes para

el cálculo de la TIR serían de 90.000 u.m. al fin del año 1 y de 120.000 u.m. al fin del año 2. La tasa de descuento relevante es 10% anual.

Entonces, el cálculo de la TIR implica resolver para r' la siguiente ecuación:

$$\frac{90.000}{(1+r')} + \frac{120.000 + 100.000}{(1+r')^2} - 180.000 = 0$$

Sea $x = (1+r')$ y arreglando la ecuación se tiene la siguiente ecuación de 2° grado:

$$180.000 x^2 - 90.000x - 220.000 = 0$$

O bien, simplificando:

$$18x^2 - 9x - 22 = 0$$

La cual puede ser resuelta fácilmente, obteniéndose el siguiente resultado relevante para los efectos de la evaluación:

$$x = (1+r') = 1,383456$$

Lo que arroja una **TIR = $r^* = 0,383456$** (en tanto por uno)

Es decir, una **TIR de 38,35%**, la que se compara favorablemente con una tasa de descuento de 10%, indicando que **el proyecto es conveniente**.

Nótese que en este ejemplo se tuvo que resolver una ecuación de 2° grado debido a que se trabajó con un horizonte de evaluación de 2 años. Para un horizonte de evaluación de "n" años, la ecuación resultante es de n-ésimo grado, lo que obliga a utilizar un método iterativo para los casos $n > 2$. No obstante, las calculadoras financieras avanzadas realizan este cálculo en forma muy rápida.

6.5.2. Métodos costo-eficiencia

En aquellos casos en que no es posible expresar los ingresos de un proyecto en términos monetarios, o bien, el esfuerzo de hacerlo es demasiado grande como que ello se justifique, se aplican los métodos costo-eficiencia. El objetivo de éstos es determinar qué alternativa de proyecto logra los objetivos deseados al mínimo costo (es decir más eficientemente).

a) Costo actualizado mínimo

El método de costo actualizado mínimo (VAC) se aplica para comparar alternativas de proyecto que generan idénticos ingresos. Si los ingresos son iguales, las alternativas se diferenciarán sólo en sus costos, por lo que se debiera elegir la que permite alcanzar el objetivo deseado con el menor gasto de recursos. Sin embargo, dado que los costos de las distintas alternativas pueden ocurrir en distintos momentos del tiempo, la comparación debe realizarse en valor actual. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$VAC = \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

donde:

VAC = Valor actual de los costos
 C_i = Costos del proyecto en el año i
 r = Tasa de descuento

Ejemplo:

Dos proyectos mutuamente excluyentes de recolección de RSU se estima generarán a la población un servicio de la misma calidad, pero requieren distintas inversiones y generan distintos costos de operación, de tal forma que -habiéndose ya decidido que uno de ellos deberá ser implementado- se decidirá cuál de ellos llevar a cabo en base al criterio del costo actualizado mínimo.

Para un horizonte de evaluación de 20 años, tras los cuales ninguno de los dos proyectos arrojará ingresos vía recuperación de activos, se tienen las siguientes estimaciones de costos:

	Proyecto 1	Proyecto 2
Costos de inversión inicial	300.000 u.m.	400.000 u.m.
Costo anual de operación	40.000 u.m.	30.000 u.m.

La tasa de descuento relevante es 10% anual.

Se tiene, entonces:

$$VAC_1 = \frac{300.000}{1,10} + \frac{40.000}{(1,10)^2} + \frac{40.000}{(1,10)^3} + \dots + \frac{40.000}{(1,10)^{20}}$$

$$VAC_2 = \frac{400.000}{1,10} + \frac{30.000}{(1,10)^2} + \frac{30.000}{(1,10)^3} + \dots + \frac{30.000}{(1,10)^{20}}$$

Puesto que en este caso los costos de operación de cada proyecto son constantes en el tiempo, es posible reducir el tiempo de cálculo del valor actual respectivo, utilizando la fórmula de valor actual de una anualidad con pagos vencidos, la cual se encuentra incorporada en todas las calculadoras financieras.

Se tendría, entonces:

$$VAC_1 = 300.000 + 40.000 * \frac{(1 - (1,10)^{-20})}{0,10}$$

$$VAC_2 = 400.000 + 30.000 * \frac{(1 - (1,10)^{-20})}{0,10}$$

Obteniéndose:

$$VAC_1 = 300.000 + 340.542,55 = \mathbf{640.542,55 \text{ u.m.}}$$

$$VAC_2 = 400.000 + 255.406,91 = \mathbf{655.406,91 \text{ u.m.}}$$

Por lo tanto, es más conveniente el proyecto 1; ya que su costo actualizado es menor que el del proyecto 2 (el menor costo de operación anual del proyecto 2 no alcanza a compensar su mayor requerimiento de inversión inicial en relación al proyecto 1).

b) Costo anual equivalente

Otra forma de comparar alternativas que generan idénticos beneficios es mediante el método del costo anual equivalente.

Este método consiste en expresar todos los costos del proyecto en términos de una cuota anual, cuyo valor actualizado es igual al VAC de los costos del proyecto. Para su cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$CAE = VAC * FRC$$

donde:

$$FRC = \frac{r * (1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1}$$

donde:

- CAE = costo anual equivalente
- VAC = valor actual de los costos del proyecto
- FRC = factor de recuperación del capital
- r = tasa de descuento
- n = número de años

Ejemplo:

Dos proyectos mutuamente excluyentes de educación medioambiental se estima generarán el mismo resultado educacional en la población objetivo, pero requieren distintas inversiones y generan distintos costos de operación, de tal forma que -habiéndose ya decidido que uno de ellos deberá ser implementado- se decidirá cuál de ellos llevar a cabo en base al criterio del mínimo costo anual equivalente.

Cada uno de los proyectos será evaluado para un horizonte de 3 años, con el siguiente perfil de costos:

	Inversión inicial	C ₁	C ₂	C ₃
Proyecto 1	250.000 u.m.	150.000	90.000	120.000
Proyecto 2	180.000 u.m.	120.000	100.000	260.000

La tasa de descuento es 10% anual.

Primero se calcula el VAC de cada proyecto, lo que implica:

$$VAC_1 = \frac{250.000}{1,10} + \frac{150.000}{(1,10)^2} + \frac{90.000}{(1,10)^3} + \frac{120.000}{(1,10)^3}$$

$$VAC_2 = \frac{180.000}{1,10} + \frac{120.000}{(1,10)^2} + \frac{100.000}{(1,10)^3} + \frac{260.000}{(1,10)^3}$$

Lo que arroja:

$$VAC_1 = 550.901,58 \text{ u.m.}$$

$$VAC_2 = 567.077,39 \text{ u.m.}$$

Esto ya permite saber que el proyecto 1 es más conveniente que el proyecto 2, pero el cálculo del costo anual equivalente permite visualizarlo en términos de un costo anual constante.

Para calcular el costo anual equivalente, es necesario ahora calcular el factor de recuperación de capital FRC para estos proyectos:

$$FRC = \frac{0,10 (1,10)^3}{(1,10)^3 - 1} = 0,402115$$

Y entonces:

$$CAE_1 = 550.901,58 * 0,402115 = 221.525,68 \text{ u.m./año}$$

$$CAE_2 = 567.077,39 * 0,402115 = 228.030,21 \text{ u.m./año}$$

Lo que ratifica que el proyecto 1 es más conveniente que el proyecto 2.

Observación:

La tasa de descuento usualmente se expresa en términos "reales", lo que significa que debe ser aplicada sobre valores expresados en moneda de un mismo poder adquisitivo. Por lo tanto, para la valoración de costos e ingresos debe tenerse muy presente que deben ser expresados en moneda de un mismo poder adquisitivo.

Cuando en el país exista inflación, especialmente si es de dos dígitos, para que tenga sentido sumar el costo asignado a los distintos insumos, será necesario que los valores de éstos estén

expresados en moneda de igual poder adquisitivo, o dicho de otro modo, moneda de una misma fecha.

Para llevar los precios de los insumos a una misma fecha se procede de la siguiente forma :

- Se elige un indicador que permita efectuar la corrección de los precios, usualmente un índice de precios al consumidor o un índice de precios al por mayor.
- Se buscan los valores del índice correspondientes a las fechas de los precios que conocemos para cada insumo.
- Se elige una fecha en términos de la cual se expresarán todos los costos y se busca el valor correspondiente del índice.
- Se calculan los precios o costos corregidos, es decir expresados en moneda de la fecha deseada, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Valor corregido} = \text{Valor conocido} * \frac{\text{Índice fecha precio corregido}}{\text{Índice fecha precio conocido}}$$

6.6. Análisis de sensibilidad

La evaluación de un proyecto a nivel de perfil tiene asociado un alto nivel de incertidumbre respecto a la efectiva materialización de los costos e ingresos estimados. Por lo general, los costos se han estimado con base en el costo de proyectos similares realizados recientemente (debidamente actualizados) o consultando con expertos en el tema. Asimismo, los ingresos esperados del proyecto, ya sean expresados en términos monetarios o a través de variables relacionadas, se basan en estimaciones efectuadas por quien preparó el proyecto y son, por lo general, optimistas.

Así pues, difícilmente los costos e ingresos efectivos del proyecto coincidirán exactamente con las estimaciones efectuadas durante la evaluación. Existe, por lo tanto, incertidumbre respecto a los resultados efectivos del proyecto.

Para enfrentar este problema se han desarrollado distintos métodos. Algunos, tratan de estimar la distribución de probabilidad asociada a los indicadores del proyecto (VAN, TIR, CAE, etc.) Para ello, se requiere de información detallada sobre las distribuciones de probabilidad de los distintos parámetros que pueden afectar los resultados del proyecto. Estas distribuciones pueden determinarse con el concurso de expertos en la materia.

Luego se aplica algún método matemático para obtener la distribución de la probabilidad asociada a los indicadores del proyecto.

Sin embargo, estos métodos son complejos de aplicar y requieren de información más detallada que la que suele ser recopilada para preparar un perfil de proyecto. Por ello, el método más utilizado para tomar en consideración la incertidumbre asociada al perfil del proyecto, es efectuar un análisis de sensibilidad.

El análisis de sensibilidad consiste en estudiar como varían los indicadores del proyecto al cambiar parámetros de los cuales éstos dependen. Es usual que este análisis se efectúe en forma bastante mecánica, estudiando sólo qué pasa con el VAN y la TIR del proyecto cuando los costos suben un cierto porcentaje o los beneficios se reducen en otra proporción.

Cabe destacar que, aún cuando el análisis de sensibilidad se asocia por lo general con el VAN o la TIR, puede ser aplicado a cualquier indicador que se esté empleando para juzgar la bondad del proyecto. También es posible estudiar dentro de que rango de variación de las variables que condicionan los resultados del proyecto la solución adoptada continúa siendo la mejor. En resumen, todo buen perfil debe incluir un detallado análisis de sensibilidad, especialmente considerando el grado de incertidumbre asociado a las estimaciones que se efectúan a nivel de perfil.



7. Evaluación del Impacto Ambiental: conceptos y categorías ¹⁶ /

Aún a riesgo de simplificar un tanto la realidad de algunos países de la región latinoamericana, en lo que respecta al desarrollo de sus sistemas de gestión del medio ambiente y los recursos naturales, se puede decir que existen las siguientes grandes categorías de gestión ambiental:

- a) La **gestión ambiental correctiva**, que apunta a remediar o corregir ciertos comportamientos de los agentes que, como consecuencia de sus propias actividades económicas (producción, consumo, transporte, distribución, etc.), inciden negativamente en la calidad del medio ambiente. A través de la fijación de **normas de emisión o de calidad ambiental**, del establecimiento de **multas o cargos** a los que transgreden las normas, de la puesta en acción de medidas de **restricción, prohibición o clausura** a actividades degradantes, de la realización de **auditorías ambientales** para comprobar el cumplimiento de las exigencias públicas en materia de calidad ambiental, de la promoción de **incentivos económicos** para que las empresas sean menos contaminantes o los consumidores menos proclives a preferir productos degradantes del medio, y otras medidas similares, se logra justamente esa corrección que se señalaba arriba.
- b) La **gestión ambiental restauradora**, que intenta componer o recuperar ciertas degradaciones ambientales históricas, sobre todo cuando ponen en peligro de manera significativa la salud y el bienestar de las personas, o el desarrollo de ciertas actividades productivas o de servicios (como el turismo); en general, se trata de volver a poner ciertos recursos o aptitudes del medio ambiente en condiciones de ser utilizados para el desarrollo.

¹⁶ / Este capítulo constituye un extracto del Manual "Guías para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local" de José Leal, publicada por el ILPES, (1997).

En muchos países se formulan por esto **planes de descontaminación o planes de restauración ambiental**, normalmente de alta incidencia en términos de uso de recursos financieros, técnicos y humanos. Esto último debido a la gravedad que suelen alcanzar muchos de estos problemas acumulados de degradación ambiental o agotamiento de recursos.

c) **La gestión ambiental preventiva**, que es otra categoría de acciones que no busca resolver un problema ambiental actual, sino que se orientan a evitar que en el futuro se produzcan situaciones similares. Se trata de no cometer de nuevo los errores del pasado, de modo de evitar los gastos de recursos que normalmente significa revertir condiciones críticas. Entre las herramientas más importantes de la gestión ambiental preventiva se halla la **evaluación del impacto ambiental de proyectos**. Otros instrumentos de gestión del mismo tipo son los **planes de prevención** y las **evaluaciones ambientales estratégicas**, aplicables a políticas, planes y programas de desarrollo. Es importante señalar que las mencionadas **normas ambientales**, una vez en aplicación, cumplen también un rol preventivo.

¿Cuál es la definición de EIA? La evaluación del impacto ambiental (EIA) es definida en un texto reciente (Gómez Orea, 1994) de la siguiente manera: "Proceso encaminado a identificar, predecir, interpretar, prevenir y comunicar, por vía preventiva, el efecto de un proyecto sobre el medio ambiente; y en cuanto instrumento/procedimiento administrativo de control de proyectos que, apoyado en un estudio técnico sobre las incidencias ambientales de un proyecto (*Estudio de Impacto Ambiental*) y en un trámite de participación pública, permite a la autoridad ambiental competente emitir una *Declaración de Impacto Ambiental* rechazando, aprobando o modificando el proyecto".

En un plano más conceptual, Conesa (1993) plantea: "Estas evaluaciones pretenden, como principio, establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente, sin pretender llegar a ser una figura negativa u obstruccionista, ni un freno al desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir sobreexplotaciones del medio natural y un freno al desarrollismo negativo y anárquico. Cada proyecto, obra o actividad ocasionará sobre el entorno en el que se ubique una perturbación, la cual deberá ser minimizada sobre la base de los estudios de impacto ambiental que con motivo de la ejecución de las mismas se llevarán a cabo por los técnicos pertinentes".

Estas definiciones relativamente recientes coinciden bastante con las definiciones clásicas, formuladas al momento de aparecer los primeros desarrollos en metodologías de EIA, provenientes de los años setenta. En 1975, Munn definió a la EIA del modo siguiente: "Es una actividad diseñada para identificar y predecir el impacto en la salud y el bienestar del hombre de propuestas legislativas, políticas, programas y procedimientos operacionales, así como para interpretar y comunicar tales efectos" (Munn, 1979).

En 1978, el Instituto Battelle proponía esta fórmula: "La EIA es una evaluación de todos los efectos ambientales sociales relevantes que pueden resultar de un proyecto". (Dee *et al.*, 1979).

Sobre la base de lo anterior, se puede llegar a la siguiente definición sintética: "**La EIA es un conjunto de técnicas y procedimientos de gestión ambiental preventivos para**

identificar, predecir, evaluar, interpretar, proponer correcciones y comunicar resultados, acerca de las relaciones de causa-efecto (positivas y negativas) entre un proyecto o programa de desarrollo, y el medio ambiente físico, biológico y socioeconómico que es afectado por dicha iniciativa de desarrollo”.

Vale la pena analizar algunos aspectos particularmente significativos respecto a las ventajas y desventajas del enfoque de EIA, según estas definiciones, tanto clásicas como contemporáneas.

Alcances del concepto de EIA

En el concepto de EIA coexisten tres interpretaciones diferentes, aunque por supuesto complementarias:

a) La EIA es un **procedimiento administrativo**, por medio del cual la autoridad ambiental de un país establece la manera en que se debe llevar a cabo el proceso de *gestión ambiental preventiva* de proyectos de desarrollo. En cuanto tal, la EIA define exigencias y responsabilidades, tanto a nivel del Estado como de los proponentes, en particular los privados.

Para impulsar esto, fija las formas específicas de cumplimiento de tales exigencias y responsabilidades: permisos, documentación, plazos, multas, o lo que corresponda.

b) La EIA es un **conjunto de metodologías de gestión ambiental**, con bastante experiencia acumulada y desarrollos constantes, para enfrentar la cuestión de las consecuencias ambientales de los proyectos y, más específicamente, las relaciones de causa-efecto entre el proyecto y el medio en que se inserta.

c) La EIA es una **etiqueta**. Más allá de los alcances lingüísticos señalados arriba, hoy en día se acepta que la EIA es un sistema de gestión y un enfoque metodológico particulares, que sirven para recopilar información sistemática, analizarla y procesarla, a fin de prever las consecuencias ambientales de un proyecto, aparte de las típicas consecuencias económicas y sociales que están ligadas a la formulación y evaluación de proyectos.

Como la formulación y evaluación de proyectos, la EIA es un intento de predicción del futuro basada en información objetiva. Opera, por lo tanto, con un modelo de la realidad; con un conjunto de posibilidades de ocurrencia de hechos en el tiempo. Tal como se hace en la planificación de proyectos, la formulación de una EIA comporta diferentes etapas que, en términos generales, se pueden hacer coincidir con la etapas de un proyecto.

En otras palabras, tal como existe un **ciclo del proyecto**, existe también un **ciclo de la EIA**. En la figura N° 1 se hace explícito lo señalado.

En las etapas llamadas de **Ingeniería básica** (Idea de proyecto, Perfil, Prefactibilidad), el énfasis se halla puesto sobre el levantamiento de información acerca de las características del medio ambiente en el cual se va a insertar el proyecto. En otras palabras, nos hallamos frente a una suerte de evaluación de la situación *sin* proyecto; lo que en la jerga de EIA se denomina la **línea de base**. También se habla de **diagnóstico ambiental**, o estudio de la situación del

medio ambiente antes del proyecto.

Luego, en las etapas llamadas de **Ingeniería de detalle** (Factibilidad, Diseño) nos encontramos de lleno en el terreno de la EIA. Así como en la primera (Factibilidad), el esfuerzo mayor se concentra en el análisis de alternativas (para trabajar sobre sus implicancias ambientales) y en la identificación de impactos; en la segunda (Diseño), los desafíos son claramente la evaluación de los impactos, las propuestas de mitigación, los planes de seguimiento/monitoreo y los planes de contingencia (relacionados con riesgos de accidentes). Se puede afirmar, de manera general, que la elaboración de una EIA es un ingrediente importante de la formulación y evaluación de proyectos y, en el límite, de la ingeniería de los proyectos. Claro que la EIA es más que esto último, aunque si el asunto se quiere ver de manera práctica, es en este contexto que deben plantearse las soluciones a los problemas ambientales involucrados, incluidas sus componentes sociales y culturales.

Figura N° 1: Ciclo del Proyecto-Ciclo de la EIA

ETAPA	ESTUDIO AMBIENTAL	TAREAS
<i>INGENIERÍA</i>		
IDEA DE PROYECTO	Descripción Ambiental Básica (Inicial)	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento de información ecológica y ambiental (existente y nueva) del área - Diagnósticos ambientales - Identificación de conflictos (ecológicos y sociales) entre medio ambiente y proyecto
PREFACTIBILIDAD	Descripción Ambiental Básica (Completa)	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de áreas y/o especies de alto valor ecológico - Identificación de áreas de alto valor cultural, arqueológico o recreacional
FACTIBILIDAD	Identificación de Impactos Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis ambiental de alternativas - Estudios ambientales complementarios - Identificación de impactos mitigables y no mitigables, permanentes y transitorios, de largo, mediano y corto plazo
DISEÑO	Evaluación de Impactos Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de impactos ambientales (en magnitud e importancia) - Análisis técnico y económico de medidas mitigadoras propuestas - Diseño óptimo de medidas mitigadoras - Diseño del plan de seguimiento y monitoreo - Diseño del plan de contingencias
<i>EJECUCIÓN</i>		
CONSTRUCCION	Medidas de Mitigación Seguimiento y Monitoreo Control Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión y ejecución de medidas mitigadoras - Auditorías ambientales
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Medidas de Mitigación Seguimiento y Monitoreo Control Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de Monitoreo - Plan de Contingencias - Ejecución de medidas mitigadoras - Plan de manejo ambiental - Auditorías ambientales
ABANDONO	Medidas de Mitigación Control Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecución medidas de mitigación - Auditorías ambientales

El proceso de Evaluación del Impacto Ambiental

Tal como se señaló más arriba, la EIA es una actividad orientada a *identificar y predecir* las consecuencias que un proyecto tiene sobre el medio ambiente; pero esto no es suficiente. La EIA debe además *interpretar* información relativa a lo anterior, así como *proponer acciones o medidas*, sean estas mitigadoras, correctivas o compensatorias.

En tal contexto, la tarea del evaluador no es preparar un tratado científico sobre el medio ambiente involucrado, ni sobre los procesos relacionados con el proyecto que se evalúa ambientalmente, sino identificar y calificar un conjunto de *relaciones de causa-efecto* que explican la interacción entre el proyecto y su medio.

El objetivo último es **apoyar la toma de decisiones** respecto al proyecto, de manera que se tomen en cuenta los aspectos ambientales cuando se trata de priorizar, de definir financiamientos, de cumplir con la normativa, de responder a necesidades ligadas a la calidad de vida y otros objetivos sociales. La EIA, en tanto instrumento de apoyo a la gestión pública, puede cumplir múltiples objetivos.

No deja de ser importante en este punto, clarificar qué se entiende por **impacto ambiental**. Siguiendo una nomenclatura que se ha hecho clásica desde que la propuso Munn (1979), se distinguen los siguientes componentes secuenciales del proceso de EIA:

acción: se entiende por **acción** a cualquier proyecto, programa, plan o política que tiene implicaciones ambientales.

cambio: se entiende por **cambio** una alteración natural o hecha por el hombre del medio ambiente a través de una **acción**. La mayoría de los proyectos implican, necesariamente, una alteración del medio ambiente, que se hace en función del cumplimiento de los objetivos del proyecto.

La magnitud o importancia de esta alteración –física y/o química– puede ser diferente, dependiendo del tipo de proyecto y del medio concreto donde se instala.

efecto: se entiende por **efecto** la consecuencia, sobre las características del medio ambiente, del **cambio** inducido por una **acción**. Puede tratarse de efectos sobre los equilibrios en los ecosistemas, sobre la disponibilidad de los recursos, sobre las propiedades o capacidades del medio. La determinación de estos efectos corresponde a la ciencia ambiental.

impacto: se entiende por **impacto** la variación en la calidad ambiental (positiva o negativa) como resultado de la secuencia anterior. La expresión **impacto** implica un *juicio de valor* sobre la importancia del **efecto** sobre el medio ambiente: es la sociedad la que finalmente establece qué considera **impacto** y qué no. Temas como la identificación de los sectores afectados, el nivel de conciencia, la calidad de la información, entre otros, condicionan el establecimiento de estos *juicios de valor*.

En la figura N° 2 se muestran ejemplos de la secuencia **acción-cambio-efecto-impacto** para los tipos de proyectos de que tratan las presentes Guías.

Figura N° 2: Proceso de EIA

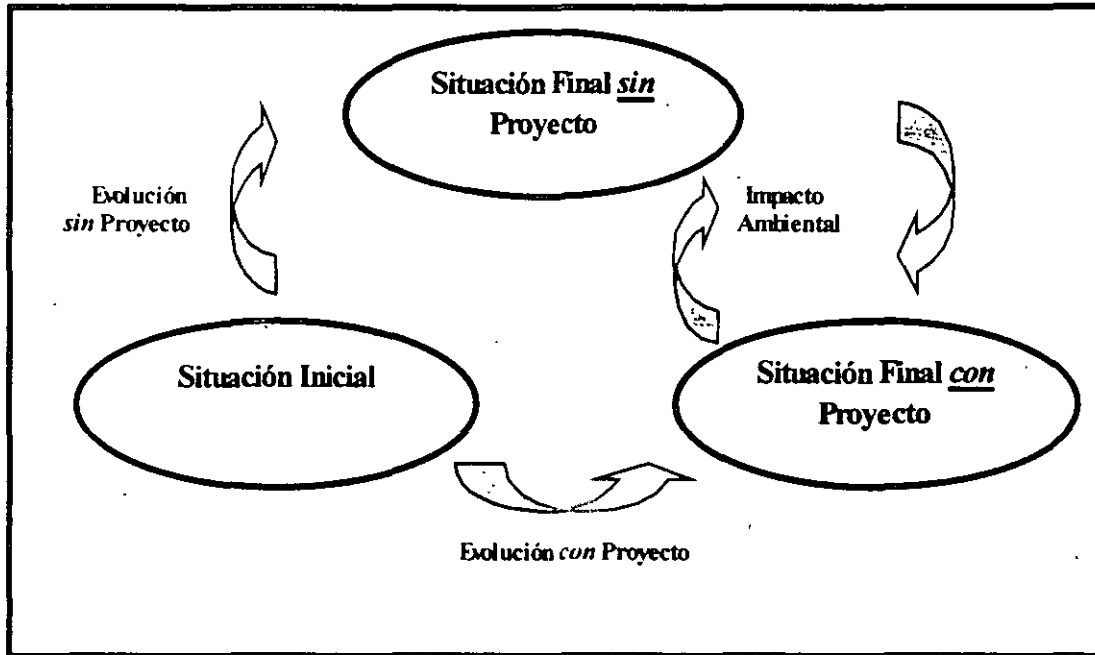
Proyecto (caso)	ACCIÓN	CAMBIO	EFEECTO	IMPACTO (negativo)
<i>Salud</i>	Instalación de un centro de atención médica	Generación de residuos sólidos y líquidos	Basuras, líquidos corrosivos, aguas negras, sangre...	Contaminación del aire, las aguas y el suelo
<i>Residuos Sólidos</i>	Instalación de una planta de tratamiento integral	Remoción de la capa vegetal para instalar el relleno	Disminución suelo agrícola, menos especies flora	Pérdida de valor de la propiedad en el área
<i>Electrificación Rural</i>	Instalación de postación para un tendido lineal	Remoción de la capa vegetal para instalar tendido	Disminución suelo agrícola, menor hábitat de fauna	Pérdida de la diversidad biológica del área
<i>Agua Potable y Saneamiento</i>	Instalación de una planta tratamiento de orgánicos	Cambio de uso suelo área de lecho de río	Menor zona de seguridad, menor hábitat fauna	Aumento del riesgo de inundaciones
<i>Vialidad Urbana</i>	Mejoramiento de nudo vial congestionado	Ocupación de áreas verdes en zona del nudo	Corte de árboles, menor espacio jardines y paseos	Pérdida de áreas verdes en el área intervenida
<i>Turismo</i>	Instalación de una zona de <i>camping</i> público	Acceso de turistas en la temporada veraniega	Basuras, aguas servidas, pisoteo de vegetación	Pérdida de calidad del paisaje en el área
<i>Educación</i>	Instalación de centro deportivo escolar	Ocupación de área de actividad agrícola	Disminución suelo agrícola, menor hábitat de fauna...	Pérdida en disponibilidad productos agrícolas

Un par de consideraciones adicionales. En la EIA, cualquiera que sea la etapa del ciclo de proyectos donde se efectúan los correspondientes estudios, es necesario tomar como punto de partida la situación *sin proyecto*, ya que ésta siempre constituye una opción válida. Más aún, desde el punto de vista ambiental, la evolución del medio *sin proyecto* puede conducir a mantener una cierta calidad ambiental que se desea conservar. Sin embargo, no es raro que se dé el caso de que el medio evolucione hacia deterioros mayores como resultado de procesos de desertificación, contaminación acumulada, congestión, extinción de especies, etc.

En cuyo caso, la implementación del proyecto puede ser favorable para el medio en lugar de desfavorable.

Lo anterior se puede representar en la figura N° 3 que sigue:

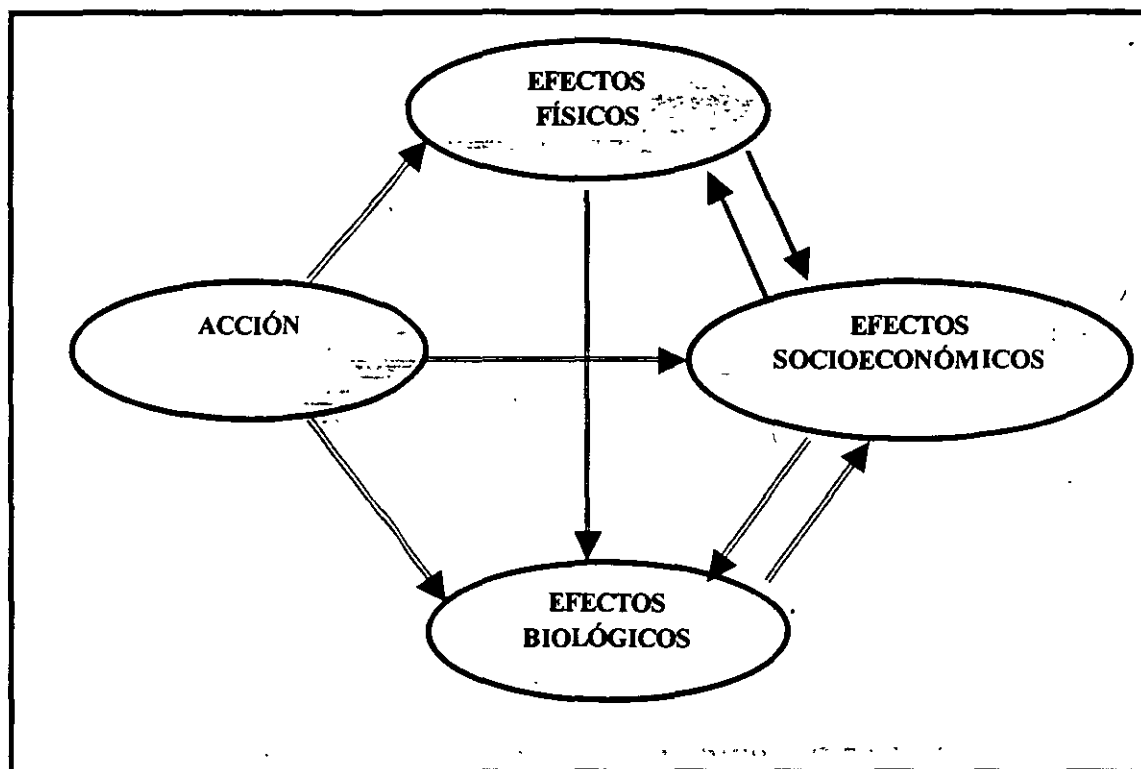
Figura N° 3: Situaciones a considerar en una EIA



En otro plano, se ha hablado aquí de aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos con relación a las características específicas de un medio ambiente. Aunque estos aspectos pueden ser distinguibles conceptualmente, en la mayoría de los casos los impactos mismos no son separables. Por ejemplo, un lago puede ser considerado como un medio acuático (medio físico), pero es también el hábitat de especies como peces, algas o moluscos (medio biológico), y ser a la vez utilizado por los moradores ribereños para pesca, recreación o fuente de agua potable (medio socioeconómico).

Esta interacción o encadenamiento de efectos ambientales se puede visualizar en la Figura N° 4.

Figura N° 4: Encadenamiento de efectos de un proyecto



Contenidos de una Evaluación del Impacto Ambiental

El aspecto procedimental (legal & institucional) de la EIA hace que, muchas veces, la respuesta de sentido común a la pregunta acerca de cuál debería ser el contenido de una EIA sea: lo que dice la ley. Lo anterior es efectivo, porque prácticamente todos los cuerpos legales latinoamericanos contienen algún artículo donde se explicita qué partes o capítulos debe incluir una EIA.

Sin embargo, lo anterior no es suficiente para garantizar una EIA completa, relevante y técnicamente bien elaborada. Existe un conjunto de contenidos mínimos necesarios en una EIA y, sobre todo, una secuencia lógica entre sus partes componentes que van más allá de los meros requerimientos legales.

Bajo este prisma, lo que se señala a continuación constituye una suerte de síntesis de lo que sería una EIA ideal, completa, con todas sus secciones incluidas. Cabe mencionar que muchos tópicos se retoman más adelante en el presente documento. A continuación se resumen los contenidos de una EIA.

Figura N° 5: Contenidos de una EIA

- 1) **Resumen Ejecutivo**
- 2) **Descripción del proyecto**
- 3) **Marco legal, normativo e institucional (en que se inserta)**
- 4) **Descripción del medio ambiente**
 - a) **Estudio de línea de base**
 - b) **Definición del área de influencia del proyecto**
 - c) **Diagnóstico de la calidad del medio ambiente**
- 5) **Identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales**
- 6) **Planes de neutralización, mitigación y compensación de impactos**
- 7) **Planes de restauración y manejo ambiental**
- 8) **Planes de seguimiento y monitoreo**
- 9) **Planes de participación ciudadana**
- 10) **Referencias técnicas y bibliográficas**

A continuación se reseña brevemente cada uno de estos "capítulos" de una Evaluación de Impacto Ambiental

1) **Resumen Ejecutivo**

Es muy importante contar con un texto breve, de síntesis, que incluya los contenidos y los resultados básicos del estudio. En este plano, es también importante señalar que el **Resumen Ejecutivo** de una EIA debe ser un escrito con énfasis en lo sustantivo, con estilo objetivo y preciso en sus planteamientos; y no puede concebirse con un enfoque de relaciones públicas o de promoción, como suelen ser muchos resúmenes ejecutivos en otros campos.

2) **Descripción del proyecto**

La EIA requiere analizar la mayor cantidad de información del proyecto, en particular la relacionada con sus efectos físicos sobre el medio. El punto no es retórico, por cuanto no siempre esta información está adecuadamente elaborada; más aún, es frecuente que no se tome en consideración, a la hora de elaborar los balances materiales, la generación y presencia de emisiones gaseosas o energéticas, de efluentes líquidos o de residuos sólidos.

Se deben describir, por lo menos, los siguientes elementos importantes acerca del proyecto en esta sección de la EIA:

- Un resumen del proyecto que incluya información técnica y financiera, tipos y características de productos y servicios, niveles de producción, necesidades de infraestructura y personal, fuentes de energía, etc.
- La localización geográfica exacta del proyecto, información que debe ser apoyada en la correspondiente cartografía.
- Una estimación de la envergadura o tamaño del proyecto, ya que este aspecto tiene relación directa con sus potenciales impactos.
- Las cantidades y tipos de insumos (materias primas y energía) que se utilizan en el proyecto.
- Las cantidades y tipos de emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos asociados al proyecto.

3) Marco legal, normativo e institucional

La elaboración de una EIA constituye, como se ha dicho, una práctica importante en la formulación y evaluación de proyectos. En el hecho, mejora los proyectos en muchos aspectos, en particular en relación con sus alcances físicos. Sin embargo, si no existe un mínimo marco legal que sustente el proceso, estableciendo obligaciones y responsabilidades, no se ganará mucho con apelaciones puramente técnicas o fundadas en consideraciones éticas.

La base legal es fundamental, además, para que la autoridad pueda asegurarse que las acciones privadas —cada vez más relevantes para el desarrollo en nuestras economías— sean evaluadas; esto no ocurrirá a menos que estén legalmente sujetas a obligaciones y responsabilidades. En otras palabras, el Estado debe contar con *fuertza legal* para actuar, sobre todo para imponer medidas que mitíguen o eviten impactos ambientales inaceptables.

4) Descripción del medio ambiente

El ELA tiene entre sus objetivos fundamentales la identificación, predicción y evaluación de los **efectos e impactos** de un proyecto sobre aquellos *aspectos relevantes* del medio ambiente afectados, directa e indirectamente. De allí que sea necesario caracterizar la situación *sin proyecto*, que da una imagen del medio ambiente antes que se implante la actividad.

Esto da cabida al menos a tres tipos de análisis:

a) **Estudio de línea de base:** por medio de ellos se caracteriza cada uno de los componentes principales del medio ambiente afectado por el proyecto.

Se trata fundamentalmente de una recolección de información relevante, tanto la existente en documentación, como la generada especialmente para el estudio. Esto comprende, entre otros factores:

- Uso de suelos.
- Recursos bióticos.
- Medio receptor (aire, agua, tierra).
- Infraestructura (medio ambiente construido).
- Sitios de valor histórico o cultural.
- Características de la población.
- Actividades económicas.
- Areas de riesgo.

b) **Definición del área de influencia:** la etapa siguiente es definir las áreas de influencia *directa e indirecta* del proyecto. En la parte metodológica de esta Guía se abunda sobre estos aspectos.

c) **Diagnóstico del medio ambiente:** consiste en un análisis de la información disponible a fin de estimar las condiciones en que se encuentra el medio antes de la instalación del proyecto. Al respecto, es raro encontrar hoy en día lugares prístinos que van a ser afectados por un proyecto. Lo normal es que nos encontremos con ambientes ya deteriorados; y no compete, por lo tanto, a la nueva iniciativa, hacerse cargo de una degradación ambiental que puede ser histórica.

5) **Identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales**

A este nivel se entra ya en el establecimiento de las relaciones de causa-efecto entre actividades específicas del proyecto y factores ambientales relevantes del medio. Primero se procede a una **identificación** de las actividades potencialmente impactantes, y los factores ambientales potencialmente impactados; enseguida se definen modelos para obtener una **predicción** de la forma que adquieren estas relaciones de causa-efecto. Para finalmente proceder a una **evaluación** –en magnitud e importancia– de tales impactos.

Esta es la parte central de la EIA y es lo que le da a este proceso su especificidad con relación a otros análisis y estudios propios de un proyecto.

6) **Planes de neutralización, mitigación y compensación de impactos**

Es la etapa necesaria tras el trabajo anterior, por cuanto no es en absoluto suficiente contar con impactos bien identificados, predecidos y evaluados, si no se proponen medidas o planes que ofrezcan una solución a esos impactos, y permitan así contar con un proyecto menos degradante del medio.

Se habla de **neutralización** cuando los impactos se anulan; de **mitigación** cuando se mitigan o reducen a niveles aceptables; y de **compensación** cuando ciertos impactos no son mitigables y se paga o compensa a la población afectada –o al medio natural afectado (**compensación verde**)– por ello. Normalmente esta **compensación** es monetaria, pero también puede tratarse de bienes o inversiones que buscan no hacer descender la calidad ambiental –y por ende la calidad de vida– de dichas personas.

7) **Planes de restauración y manejo ambiental**

En muchos proyectos, en particular los que involucran un uso importante de recursos naturales, o la afectación de medios particularmente valiosos, o la intervención de medios en profundo estado de degradación, es necesario ir más allá de un conjunto de medidas de mitigación o compensación, para proponer **planes de restauración** de medios deteriorados, o **planes de manejo** de recursos naturales. Tales planes deben ser parte componente de la EIA y dimensionarse de acuerdo a los resultados de ésta.

8) **Planes de seguimiento y monitoreo**

Se trata del **seguimiento** y **monitoreo** de las propuestas que emanan de la EIA, sean planes de mitigación o planes de manejo de recursos naturales, por ejemplo. Su objetivo principal es contar con una base objetiva para apoyar a la autoridad ambiental en el control del desarrollo del proyecto.

También se suele hablar aquí de **planes de vigilancia y control**, que corresponde implementar cuando se trata de situaciones de alto riesgo de accidentes ambientales que afectan, por ejemplo, a recursos naturales valiosos (ecosistemas, especies protegidas o en peligro de extinción, unidades paisajísticas y/o culturales de alto valor).

9) **Planes de participación ciudadana**

Se trata fundamentalmente de respetar las prácticas y procedimientos de involucrar a la ciudadanía –en particular a los afectados directamente por el proyecto– en todo el proceso de la EIA. Es importante que tal proceso sea transparente, y el respeto a los derechos ciudadanos a un medio ambiente limpio sea garantizado.

10) Referencias técnicas y bibliográficas

Todo EIA debe hacer explícitas las fuentes de información que respaldan sus afirmaciones.

7.1. Metodologías de EIA

En relación a los contenidos de la EIA, se mencionaron antes los llamados **Estudios de línea de base**, que constituyen un diagnóstico de la situación del medio ambiente *antes* de la realización del proyecto: el estado del medio *sin* proyecto. Estos estudios son esenciales para la definición del área de influencia del proyecto y sus características, a fin de identificar y evaluar adecuadamente los impactos.

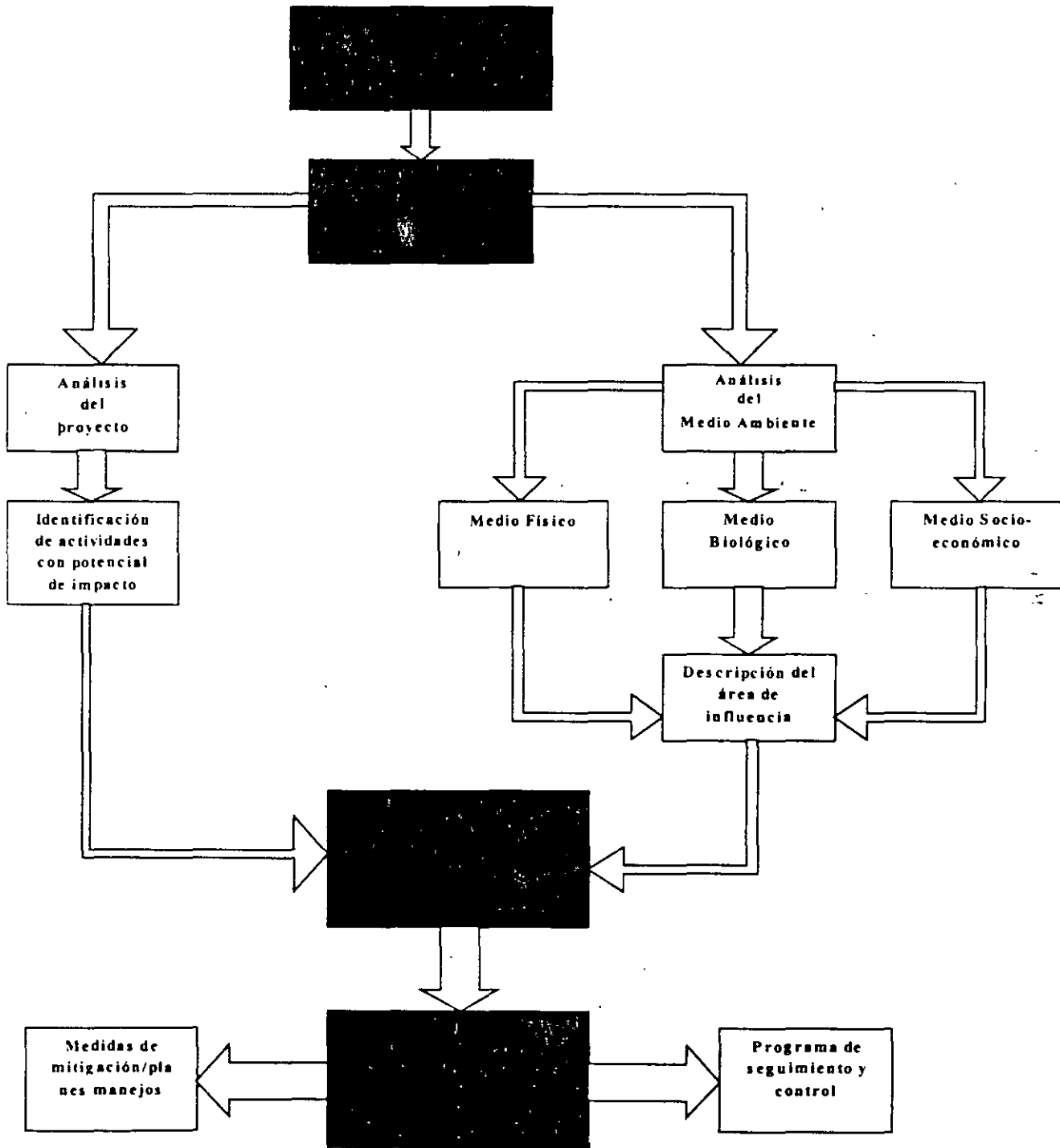
No es impropio reiterar que la EIA, tal como la formulación y evaluación de un proyecto, constituye un modelo de predicción, un simulacro del funcionamiento futuro de un proyecto, y por lo tanto las predicciones y evaluaciones que se establezcan tienen grados de incertidumbre, o probabilidades de ocurrencia, que se deben corregir y ajustar durante el desarrollo del proyecto.

Por esto, las EIA deben concebirse como un proceso dinámico, iterativo y adaptativo, confrontando permanentemente los datos de la realidad con las predicciones y evaluaciones establecidas en el estudio.

No hay que olvidar que en último término lo que se espera de las EIA es que contribuyan a hacer más sustentable la implementación de un proyecto; y por lo tanto, lograr que dicho proyecto se constituya en una contribución real para hacer sustentable el proceso de desarrollo en su conjunto.

Sin olvidar las particularidades nacionales señaladas respecto al sistema de EIA que cada país se da, se muestra en la figura N° 6 el procedimiento general –e ideal– de realización de un estudio de este tipo.

Figura N° 6: Procedimiento metodológico general de la EIA



Los estudios de línea de base

Normalmente se considera que la fase de inicio de una EIA la constituyen los llamados **Estudios de línea de base**, que corresponden, en una definición amplia, a descripciones y análisis de algunos aspectos del medio ambiente físico, biológico y social que podría ser afectado por un proyecto. Por ello, los **Estudios de línea de base** dan cuenta del "estado del medio ambiente" antes de que se inicie un proyecto.

El enfoque fundamental es el de juntar la información disponible, o generar la necesaria dentro de un área determinada, a fin de utilizarla para la fase siguiente de la EIA: la predicción de impactos. Las preguntas que caben son: ¿Hasta dónde se debe llegar con los **Estudios de línea de base**? ¿Se debe estudiar *todo* el medio ambiente? Y si es una parte, ¿cuál?

Área de influencia del proyecto. Antes de señalar criterios para llevar a cabo los **Estudios de línea de base** en la EIA, es necesario presentar el concepto de área de influencia del proyecto. Se trata, en otras palabras, de los límites dentro de los cuales, para un proyecto específico, se deben estudiar los impactos.

La llamada área de influencia (directa e indirecta) debe ser identificada y delimitada geográficamente, con la mayor precisión posible, ya que condicionará fuertemente no sólo el volumen de la EIA, sino la cantidad de estudios y análisis básicos que deberá contener; y por lo tanto el tiempo de su ejecución y su costo.

Es en esta área específica que se debería realizar el **Estudios de línea de base** y sobre la cual se analiza la relación proyecto-entorno. De esta relación aparecen los conflictos a resolver por la EIA. Muchas veces se exagera en la realización de los **Estudios de línea de base**, incluyéndose factores que remotamente serán influenciados por la actividad que se proyecta. Por ejemplo, efectuándose enormes inventarios de especies que finalmente no cumplen ningún objetivo en la EIA.

Un problema de costos del estudio se plantea aquí, ya que el tamaño del área a considerar, o la aparición de un número alto de factores diferentes, significarán necesidades de información no todas igualmente importantes, y que implican costos diferentes. Un problema de disponibilidad y pertinencia de la información aparece también ligado esto.

Además cabe señalar que las áreas de influencia son de distintos tipos —locales, regionales, nacionales, internacionales, planetarias— dependiendo del tipo de proyecto. Por otro lado, para su determinación se deben considerar los efectos directos e indirectos, primarios y secundarios, etc. Es importante tener en cuenta que hay bastantes complejidades en la determinación del *área de influencia*. Se trata de considerar no sólo puntos o elementos de interacción con distintas localizaciones geográficas, sino con distintas presentaciones en el tiempo.

En suma, los **Estudios de línea de base** para los objetivos de la EIA deben ser desarrollados fundamentalmente para dar respuesta a las necesidades de información respecto de las relaciones causa-efecto producidas dentro del *área de influencia* del proyecto. Un enfoque normalmente erróneo respecto al rol de los **Estudios de línea de base** en las EIA, conduce a la realización de enormes descripciones e inventarios de factores ambientales en el área en que se inserta un proyecto, sin que haya una relación entre los efectos de dicho proyecto sobre factores específicos. Se produce así un a veces inútil documento, de alto costo e impresionante volumen, que no aporta demasiado a la EIA.

Un **Estudio de línea de base** debe contener información sobre al menos los siguientes elementos:

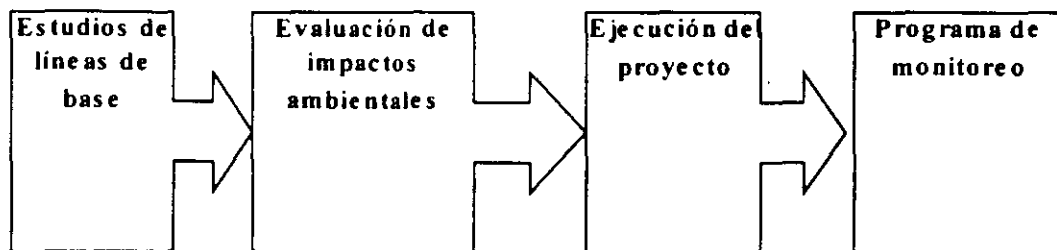
- Medio físico, que incluye tanto el medio inerte (aire, agua, clima y suelo) como el medio perceptivo (paisaje).
- Medio biológico, fundamentalmente la flora y la fauna.
- Medio socioeconómico, que incluye lo social, lo cultural y lo económico (actividad y población).

El objetivo es estar en condiciones de determinar la capacidad de acogida del medio frente a los efectos del proyecto, y así determinar su aptitud para soportar los cambios que van a tener lugar si tal proyecto se implementa.

Cabría señalar que muchos autores ligan los **Estudios de línea de base** a la muy posterior actividad de **Monitoreo**. La razón es que los cambios en el medio ambiente que el **Monitoreo** pretende detectar, se deben medir sobre ciertas condiciones existentes *antes* del proyecto, las que son establecidas precisamente por los **Estudios de línea de base**. Lo anterior permite además trabajar sobre los factores ambientales expuestos a modificación a causa del proyecto, y que serán posteriormente materia de los **Programas de Monitoreo**.

Esto se puede visualizar en la figura N° 7 (adaptado de Harrop, 1991):

Figura N° 7: Estudio de línea de base y Monitoreo (figura simplificada)



Factores ambientales

Se mencionó más arriba que para efectos del análisis del medio ambiente como sistema, éste se puede dividir en tres subsistemas fundamentales:

Medio físico, que corresponde básicamente al territorio y sus componentes y recursos, tanto renovables y no-renovables, como materiales y energéticos;

Medio biológico, que corresponde a los seres vivos del planeta, tanto la flora y la fauna, como los procesos que los involucran;

Medio socioeconómico, que corresponde a la población y sus atributos; incluyendo la infraestructura y los aspectos culturales y perceptuales.

De tal modo, los **factores ambientales** a considerar en la EIA se pueden resumir en la siguiente lista (adaptada de Subirá, 1986; Leal, 1990; Conesa, 1993; y Gómez Orea, 1994), que no pretende, por supuesto, ser exhaustiva:

1. Medio físico

1.1 Aire

- 1.1.1 Nivel de monóxido de carbono (CO)
- 1.1.2 Nivel de óxidos de nitrógeno (NO_x)
- 1.1.3 Nivel de óxidos de azufre (SO_x)
- 1.1.4 Nivel de hidrocarburos
- 1.1.5 Nivel de sólidos suspendidos
- 1.1.6 Nivel de plomo
- 1.1.7 Nivel de ruido
- 1.1.8 Nivel de radiación
- 1.1.9 ...

1.2 Agua

- 1.2.1 Cantidad
- 1.2.2 Régimen hídrico
- 1.2.3 Red hídrica
- 1.2.4 Calidad físico-química: metales
- 1.2.5 Calidad físico-química: no-metales
- 1.2.6 Calidad biológica
- 1.2.7 Temperatura
- 1.2.8 Dinámica de cauces
- 1.2.9 Salinización

- 1.2.10 Transporte de sólidos
- 1.2.11 Eutrofización
- 1.2.12 Sedimentación
- 1.2.13 Recarga de acuíferos
- 1.2.14 Dinámica litoral
- 1.2.15: Uso recreativo: baño, boga
- 1.2.16 ...

1.3 Suelo

- 1.3.1 Relieve y topografía
- 1.3.2 Calidad (Clase)
- 1.3.3 Minas y canteras
- 1.3.4 Contaminación superficie
- 1.3.5 Contaminación subsuelo
- 1.3.6 Drenaje
- 1.3.7 Inundaciones
- 1.3.8 Erosión
- 1.3.9 Estabilidad
- 1.3.10 Compactación
- 1.3.11 Uso agrícola
- 1.3.12 Uso ganadero
- 1.3.13 Uso forestal
- 1.3.14 Uso industrial
- 1.3.15 Espacios de conservación
- 1.3.16 ...

1.4 Clima

- 1.4.1 Régimen de temperatura
- 1.4.2 Régimen de lluvias
- 1.4.3 Régimen de vientos
- 1.4.4 Radiación
- 1.4.5 ...

1.5 Paisaje

- 1.5.1 Paisaje natural singular
- 1.5.2 Paisaje artificial singular
- 1.5.3 Lugares o monumentos históricos
- 1.5.4 Yacimientos arqueológicos
- 1.5.5 Lugares de culto
- 1.5.6 Intervisibilidad
- 1.5.7 Uso recreativo: excursiones, picnic
- 1.5.8 ...

2. Medio biológico

2.1 Flora

- 2.1.1 Especies protegidas
- 2.1.2 Especies singulares
- 2.1.3 Vegetación natural
- 2.1.4 Praderas
- 2.1.5 Pastizales
- 2.1.6 Humedales
- 2.1.7 Cultivos
- 2.1.8 ...

2.2 Fauna

- 2.2.1 Especies protegidas
- 2.2.2 Especies singulares
- 2.2.3 Especies silvestres comunes
- 2.2.4 Especies domésticas
- 2.2.5 Ganado
- 2.2.6 Corredores
- 2.2.7 Rutas migratorias
- 2.2.8 Hábitats
- 2.2.9 Uso recreativo: caza
- 2.2.10 Uso recreativo: pesca

2.3 Procesos

- 2.3.1 Cadenas alimentarias
- 2.3.2 Ciclos reproductivos
- 2.3.3 Ecosistemas especiales
- 2.2.4 ...

3. Medio socioeconómico

3.1 Población

- 3.1.1 Densidad de población
- 3.1.2 Estructura etaria
- 3.1.3 Movimientos migratorios
- 3.1.4 Empleo
- 3.1.5 Estilos de vida

- 3.1.6 Tradiciones
- 3.1.7 Estructura de la propiedad
- 3.1.8 ...

- 3.2 **Economía**
 - 3.2.1 Rentas
 - 3.2.2 Sector público
 - 3.2.3 Sector privado
 - 3.2.4 Actividades económicas afectadas
 - 3.2.5 Actividades económicas inducidas
 - 3.2.6 Mercados
 - 3.2.7 ...

- 3.3 **Infraestructura**
 - 3.3.1 Densidad infraestructura vial
 - 3.3.2 Accesibilidad red vial
 - 3.3.3 Riesgos accidentes viales
 - 3.3.4 Vialidad rural
 - 3.3.5 Infraestructura hidráulica
 - 3.3.6 Saneamiento y depuración
 - 3.3.7 Infraestructura energética
 - 3.3.8 Comunicaciones
 - 3.3.9 ...

- 3.4 **Servicios**
 - 3.4.1 Servicios comerciales
 - 3.4.2 Equipamientos deportivos
 - 3.4.3 Equipamientos recreativos
 - 3.4.4 Equipamientos turísticos
 - 3.4.5 Equipamientos educacionales
 - 3.4.6 Servicios estatales
 - 3.4.7 Transporte
 - 3.4.8 Vivienda
 - 3.4.9 Equipamiento hospitalario
 - 3.4.10 Equipamiento asistencial
 - 3.4.11 Estructura urbana
 - 3.4.12 ...

Categorías de impactos ambientales

Los tipos de impactos más comunes que ocurren sobre el medio ambiente se pueden clasificar según diversos criterios; y son, siguiendo la literatura más reciente, y sin que esta clasificación sea exhaustiva ni excluyente, los que se señalan a continuación.

a) Criterio de la calidad ambiental

Para empezar, desde el punto de vista de las **variaciones de la calidad ambiental**, que pueden significar los impactos ambientales de un proyecto, se puede hablar de:

- **Impactos positivos (+)**. Son aquellos impactos aceptados como convenientes, tanto en su *magnitud* (porque mejoran objetivamente la **calidad ambiental**, definida científicamente); como por su *importancia* (de acuerdo al valor subjetivo que les da la comunidad).
- **Impactos negativos (-)**. Son aquellos impactos que se traducen en bajas de la **calidad ambiental**, sea por pérdidas de recursos naturales o de la diversidad biológica, por degradación estética o paisajística, por procesos de contaminación o eutroficación, etc.

b) Criterio de la intensidad

Ahora, de acuerdo a su intensidad o fuerza relativa, estos impactos pueden ser:

- **Impactos Altos (A)**. Se asocian a destrucción del medio ambiente o sus características, con repercusiones futuras de importancia. La destrucción completa se suele llamar *Impacto Total*.
- **Impactos Medios (M)**. Ocurren cuando hay una alteración negativa del medio ambiente importante, pero relativamente controlable.
- **Impactos Bajos (B)**. Es el caso de una destrucción o alteración mínima del factor o característica ambiental considerada.

c) Criterio de la extensión

Otro criterio de clasificación de impactos es la *extensión*, que distingue entre los siguientes impactos de acuerdo a su alcance espacial:

- **Impactos puntuales**, cuando se producen en un contexto muy localizado.
- **Impactos parciales**, cuando se supone que tienen una incidencia apreciable en el medio, pero sólo en una parte de éste.
- **Impactos totales**, cuando se manifiestan de manera generalizada en el entorno considerado.
- **Impactos críticos**, cuando cualquiera de los casos descritos arriba, se dan en una

localización o contexto considerados como inaceptables.

d) Criterio del horizonte temporal

El criterio de *horizonte temporal* en el cual ocurren los impactos ambientales potenciales de una actividad, da lugar a la aparición de los siguientes tipos de impactos:

- **Impactos inmediatos**, cuando no hay plazo de tiempo entre el inicio de la actividad y la manifestación del impacto.
- **Impactos latentes**, aquéllos que se manifiestan al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad, como consecuencia de una potenciación progresiva con otras sustancias o agentes degradantes. Estos *impactos latentes* pueden manifestarse en el *corto, mediano o largo plazo*. La contaminación progresiva del suelo por la introducción de productos químicos (pesticidas, herbicidas, fertilizantes) es un ejemplo.

e) Criterio de la persistencia

De acuerdo a su mayor o menor grado de *presencia* en el tiempo, los impactos pueden ser de los siguientes tipos:

- **Impactos temporales**, cuando la alteración del medio no permanece en el tiempo, y dura un lapso que puede establecerse con alguna precisión... Dependiendo de esa duración, puede hablarse de impacto *fugaz* (breve), impacto *temporal* e impacto *permanente* (persistente).
- **Impactos permanentes**, cuando se supone una alteración indefinida en el tiempo. Una carretera o un gasoducto, por ejemplo, significan impactos permanentes sobre el medio.

f) Criterio de la recuperación

Otro criterio de clasificación de impactos ambientales es la *capacidad de recuperación* de las capacidades del entorno, que puede incluir los siguientes casos:

- **Impactos irrecuperables**, aquellos en que la alteración o degradación del medio, sea por acción natural o acción humana, es imposible de revertir. La pérdida de la diversidad biológica es un ejemplo.
- **Impactos irreversibles**, aquéllos que suponen una dificultad extrema, sea técnica o financiera, para revertir una situación de degradación ambiental debida a acción natural o humana. La desertificación es un ejemplo.
- **Impactos reversibles**, aquellos en que la alteración puede ser asimilada naturalmente por el medio ambiente, en el corto, mediano o largo plazo. Un ejemplo puede ser la vegetación circundante alterada por un proyecto de vialidad, que puede recuperarse por acción natural.
- **Impactos mitigables**, aquéllos en los que la alteración del medio puede paliarse

(recuperarse parcialmente) mediante el establecimiento de medidas correctoras o mitigadoras.

- **Impactos recuperables**, aquéllos en los cuales la alteración del medio puede eliminarse totalmente por la acción humana estableciendo medidas correctoras.

Por ejemplo, la fauna puede volver a la zona de donde fue desplazada, una vez que el medio vegetal que le sirvió de hábitat se recupera.

- **Impactos fugaces**, aquéllos cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad que los causa, y no precisan de medidas correctoras. Ejemplos típicos son el ruido o el polvo generados durante la etapa de construcción de un proyecto.

g) **Criterio de la relación de causalidad**

Este criterio de clasificación de impactos se refiere a la forma en que se produce la interacción entre el proyecto y el medio. Pueden darse las siguientes situaciones:

- **Impactos directos o primarios**, aquéllos que tienen una incidencia inmediata sobre un factor ambiental específico. Es el caso, por ejemplo, de la tala de árboles o el desplazamiento de la población por un proyecto de represa.
- **Impactos indirectos o secundarios**, que son aquéllos que, a diferencia de los anteriores, suponen una incidencia inmediata no sobre un factor ambiental, sino sobre la relación de un factor ambiental con otro. Por ejemplo, la degradación de la vegetación o la arquitectura como resultado de la contaminación del aire.

h) **Criterio de la forma de interacción**

La forma en que se da la interacción proyecto-medio ambiente puede a su vez dar origen a diversos tipos de impactos:

- **Impactos simples**, cuyos efectos se manifiestan sobre un factor ambiental único y aislado.
- **Impactos acumulativos**, cuando el efecto de la acción, al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente su gravedad.
- **Impactos sinérgicos**, que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

i) **Criterio de la periodicidad**

Se refiere este criterio al modo en que se manifiesta el efecto en el transcurso del tiempo, y puede dar lugar a:

- **Impactos continuos**, cuyos efectos se presentan de manera regular (continua) durante el desarrollo de la correspondiente fase del proyecto.
- **Impactos discontinuos**, que se presentan irregularmente, y sólo en ciertas fases del proyecto. Los “episodios contaminantes” que afectan a ciertas industrias, por ejemplo.
- **Impactos periódicos**, cuando los efectos se presentan de forma continua, pero de un modo intermitente. Ejemplo, los incendios forestales veraniegos.
- **Impactos irregulares**, aquellos imprevisibles en el tiempo y que es necesario predecir y evaluar según una función de probabilidad de ocurrencia.

Los *indicadores de impacto ambiental* permiten informarse acerca de los componentes significativos del medio involucrado, reflejando su estado y tendencias. Al respecto se distinguen tres categorías:

- **Indicadores de línea de base.** Son aplicables en las etapas tempranas del ciclo de proyecto, y tienen que ver sobre todo con las condiciones ambientales existentes previas a su instalación.
- **Indicadores de efectos o impactos ambientales.** Envuelven la medición o estimación de las variables ambientales fundamentalmente durante la construcción y operación del proyecto, a fin de determinar las consecuencias de los cambios.
- **Indicadores de cumplimiento.** Buscan medir el grado de cumplimiento de las normas, de las medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales ligadas al proyecto, y de otros compromisos contenidos en la EIA como planes de manejo ambiental, planes de vigilancia o planes de contingencia.

Cabe señalar por último que siempre en la definición de *indicadores* habrá un **nivel objetivo**, en el cual es posible efectuar cuantificaciones que reflejen la capacidad del medio para sostener su existencia y el goce de sus usos beneficiosos; o un conjunto de límites aceptables para contaminantes específicos.

Y un **nivel subjetivo**, que corresponde a una evaluación humana cualitativa o valórica de sus necesidades o prioridades en cuanto a calidad ambiental.

Cabe mencionar, aún a riesgo de repetición, que la lista parcial de indicadores que se ha presentado arriba puede ser objeto de revisiones, y que por cierto existen en algunos casos

formas más convenientes de presentarlos.

Métodos para la identificación y evaluación de impactos ambientales

Lo que se entiende normalmente por metodologías de EIA se refiere a los enfoques que se han desarrollado para la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales de un proyecto. Involucra un trabajo a dos niveles: sobre las variables características del proyecto en cuestión; y sobre los factores del medio ambiente que se verán afectados. Hay diversos grados de profundidad y alcance en las EIA, así como diversos formatos, de acuerdo a las necesidades de un proyecto específico y los requerimientos de la autoridad para su realización.

El **primer paso** de toda metodología de evaluación del impacto ambiental consiste en la *identificación* de los procesos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales que pueden ser afectados por la acción propuesta. Si un efecto importante es ignorado o subestimado en esta etapa, la EIA no podrá llegar a un resultado satisfactorio, por muy sofisticado que haya sido el cuerpo metodológico elegido.

El **segundo paso** es la *predicción*. Se trata de seleccionar entre los impactos identificados aquellos que efectivamente pueden ocurrir, y merecen una preocupación especial. Esto implica la tarea de desarrollar modelos para conocer el comportamiento de tales impactos. Por ejemplo, modelos de dispersión y difusión para emisiones gaseosas; o modelos de flujo para el medio hídrico. Este paso requiere definir o seleccionar los *indicadores de impacto ambiental*.

Una vez identificados esos efectos, se procede al **tercer paso**: la *evaluación* de los impactos, lo que significa calcular o estimar, la *magnitud e importancia* de cada impacto. Por *magnitud* se entiende el volumen o el tamaño del impacto, medido o estimado con algún tipo de indicador. La *importancia*, a su vez, es el peso, ponderación o "valor" que se le da a tal impacto.

En función de lo anterior, los métodos de EIA disponibles se pueden dividir en dos grandes categorías:

a) **Métodos de identificación de impactos.** Entre éstos, los más utilizados son los siguientes grupos de métodos:

- 1) Listas de chequeo o "checklists"
- 2) Diagramas de flujo
- 3) Matrices de causa-efecto simples
- 4) Cartografía ambiental (superposición de transparencias)
- 5) Métodos ad-hoc

b) **Métodos de evaluación de impactos (en magnitud e importancia).** Todos éstos se

apoyan en los anteriores, ya que la etapa de evaluación presupone la identificación previa de los impactos. Los grupos principales de estos métodos son los siguientes:

- 1) **Matrices de causa-efecto** (ponderadas)
- 2) **Cartografía ambiental** (mediciones y cálculos)
- 3) **Redes** (Diagramas de flujo ampliados para los impactos primarios, secundarios y terciarios)

Los *modelos*, el *análisis de sistemas* y la *simulación* suelen ser consignados como metodologías complementarias para el análisis, predicción y evaluación de impactos. Sin embargo, estos son más bien enfoques o herramientas sofisticadas que pueden apoyar a uno u otro método. Son sobre todo útiles en la etapa de predicción de los impactos ambientales más complejos de identificar y evaluar.

7.2. Metodologías - Listas de Chequeo

Fueron los primeros métodos en desarrollarse y consisten en efectuar una lista ordenada de factores ambientales que serán potencialmente afectados por un proyecto. Generalmente van acompañados de otra lista con acciones del proyecto susceptibles de provocar impactos.

La idea de los listados es que sean exhaustivos en la identificación de los impactos ambientales. Su principal utilidad es servir de recordatorio de todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la EIA, que ningún impacto relevante sea omitido.

No puede haber un ejercicio de EIA serio si no se empieza por hacer una lista de chequeo. Para esto se puede elaborar una particular del proyecto; o bien se puede adaptar una ya existente para ese tipo de proyecto u otro similar. La literatura provee abundantes guías de este tipo.

Fedra y Winkelbauer (1991) plantean que una típica lista de chequeo debería preocuparse, al menos de los siguientes ítems:

- Suelo
- Agua
- Aire
- Flora
- Fauna
- Recursos naturales
- Recreación

Es decir, desde el punto de vista del medio ambiente, qué pasa con cada uno de los ítems señalados.

Hay que tener en cuenta que las listas de chequeo llevan implícitos ciertos sesgos de carácter geográfico o cultural, lo que hace necesario ir más allá de su presentación puramente lineal.

Listados simples

Contienen sólo una lista de factores, características o variables ambientales con posibilidades de impacto. O bien una lista de acciones del proyecto con posible impacto. O mejor, ambos elementos.

Permiten asegurarse que ningún factor particular está omitido en el análisis. Son más que nada un ayuda-memoria. Pero no hay que olvidar que casi todas las metodologías más sofisticadas parten de allí.

Listados descriptivos

Estos listados dan además orientaciones para una evaluación de los parámetros ambientales impactados. Es decir, se indican por ejemplo, posibles medidas de mitigación, bases para una estimación técnica del impacto (indicadores), referencias bibliográficas o casuísticas, datos sobre los grupos afectados.

También pueden llevar una estimación gruesa de impactos señalando si es *positivo (+)* o *negativo (-)*, y algún valor referencial (de 1 a 3, por ejemplo).

En otras palabras, no limitamos el listado a una acumulación cuantitativa de efectos posibles, sino que adelantamos una reflexión o una opinión sobre ellos.

Los listados de *medidas de mitigación-tipo* que se presentan en el *Anexo IV* de esta Guía, por ejemplo, o los *indicadores de impacto* que se describieron antes, pueden ser asociados con los *listados simples* de actividades y factores ambientales para conformar un *listado descriptivo*.

Listados escalonados

Son un avance respecto a los anteriores, ya que aspiran a una interpretación de la mayor o menor significación de los impactos para así facilitar la toma de decisiones.

Consisten en una lista de elementos ambientales acompañados de criterios que expresan el valor de esos recursos, así como otra información susceptible de ser puesta en una escala de valores. En otras palabras, para cada impacto posible, adelantamos una estimación por niveles de la calidad ambiental (mayor o menor) que deriva de cada acción y sus alternativas.

Cuestionarios

Se trata de presentar los listados como un conjunto de preguntas sistemáticas sobre categorías genéricas de factores ambientales. Normalmente hay tres respuestas (Sí, No, ?) dependiendo de cuánto se sabe del impacto específico. Se puede así estimar hasta qué punto se cuenta con información sobre los impactos.

Por agregación de respuestas se puede tener una idea cualitativa de la importancia relativa de un cierto impacto, tanto negativo como positivo. La evaluación ambiental de un proyecto consistirá entonces en un procedimiento sistemático de preguntas y respuestas con la adición de información cuantitativa y cualitativa si es necesario.

Los listados, en general, tienen ventajas y desventajas que pueden resumirse así:

- Son útiles para estructurar las etapas iniciales de un estudio de EIA o como EIA preliminar de un proyecto. Se limitan a identificar sin proporcionar resultados cuantificables. No son suficientes para una EIA en profundidad.
- Cuando están hechos de forma sistemática, son una buena guía de trabajo y, sobre todo, permiten asegurarse que ningún factor esencial es omitido del análisis. Lo cual puede ser sumamente relevante.
- Demandan una cantidad reducida de recursos para su aplicación y estimulan el trabajo multidisciplinario.
- Son rígidos, estáticos, unidimensionales, lineales y encajonados en los impactos individuales, particularmente los más simples.
- Los listados, por necesidad de simplificación, tienen que ver con un medio ambiente específico y es difícil que permitan considerar interacciones y otros elementos.

Sus deficiencias han conducido al segundo gran grupo de metodologías de impacto ambiental: las matrices de causa-efecto o matrices de interacción, que se tratan a continuación.

7.3. Metodologías - Matrices de causa-efecto

Las matrices de causa-efecto consisten en el cruce de un listado de acciones de un proyecto con otro de factores ambientales o indicadores de impacto ambiental, los que son relacionados en un diagrama matricial. No se trata de matrices matemáticas, por supuesto.

Las matrices son muy útiles cuando se desea identificar el origen de ciertos impactos, pero tienen limitaciones cuando se trata de establecer interacciones entre varios efectos, definir impactos secundarios o terciarios, y cuando se intenta realizar consideraciones temporales o espaciales.

Se han desarrollado diversos tipos de matrices de interacción. En un principio constituyeron

cuerpos estáticos que había que tomar en bloque, pero con cada vez mayor asiduidad se ha consolidado la práctica de adaptarlas a las necesidades de problemas particulares, a las características de ciertos medios o a las posibilidades de los diferentes países para aplicarlas, sobre todo en el marco de información insuficiente o pobre.

Matrices de interacción simple

Las hay de todos tipos y siempre se pueden construir, según el proyecto que se esté analizando. A través de un ejemplo se muestra a continuación como es posible construir una matriz de este tipo.

En el hecho, constituyen la expresión más acabada del enfoque de EIA, ya que buscan establecer **relaciones de causa-efecto** entre actividades de un proyecto o iniciativa de desarrollo (causas) y un conjunto de factores o variables ambientales que serían potencialmente alteradas (efectos). Se use o no una matriz de interacciones para establecer tales relaciones de causa-efecto, siempre será necesario llegar a establecerlas para darle un real contenido a la EIA.

Tomemos como ejemplo un hipotético proyecto de desarrollo de un "parque tecnológico-industrial" en el Departamento de Antioquia en Colombia, en una zona de bosques cercana a un pueblo, a orillas de la carretera y contiguo a una reserva ecológica. Se trata de mostrar la interacción entre las actividades del proyecto durante la fase de *operación* solamente (por simplificar) y los respectivos factores ambientales que serían afectados. En este ejemplo no hay cálculo ni estimación de los impactos, limitándose el uso de la matriz a la identificación de impactos posibles.

El parque industrial ocuparía una zona de bosques, y acogería a diversos tipos de actividades. En este caso, la matriz de interacciones busca identificar los tipos de impactos que podrían producirse una vez que las industrias y empresas instaladas en el parque operen, y deban integrarse en dicha zona. La Figura N° 9 presenta una **matriz de interacciones** parcial para un proyecto como el señalado.

Figura N° 9: Proyecto de parque industrial, matriz de interacciones

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Riesgo de incendio														
Residuos sólidos														
Descargas líquidas														
Polvo y partículas														
Olores														
Emisiones gaseosas														
Vibración														
Ruido														
Transporte productos														
Transporte personas														
Efectos visuales														
Empleo														
Culturas locales														
Uso de agua														
Seguridad reserva														
Eliminación bosque														
Migración fauna														
Riesgo accidentes														
Uso suelo agrícola														
Topografía														
Acumulación material														
Calidad del paisaje														
Aguas servidas														
Migración														
Valor propiedades														
Valor turístico														

Factores ambientales (definición)

A	=	Clima	B	=	Suelo
C	=	Agua	D	=	Aire
E	=	Flora y fauna	F	=	Población humana
G	=	Turismo	H	=	Paisaje
I	=	Empleo	J	=	Economía local
K	=	Tráfico	L	=	Calidad del agua potable
M	=	Saneamiento	N	=	Recursos renovables

En la matriz se marcan con una X los casilleros donde se supone que hay impactos, con el propósito de decidir si se hacen necesarios estudios posteriores y en mayor profundidad.

Es un método útil para emplearlo en estudios ambientales preliminares, así como para definir modelos de manejo y gestión ambiental en proyectos múltiples tipo el mencionado "parque tecnológico-industrial".

7.4. La matriz de Leopold

Esta metodología de EIA de amplia aplicación data de los años 70 y consiste en una lista horizontal de **actividades de un proyecto** contra, en la vertical, una lista de **factores ambientales**. Es, pues, un cuadro de doble entrada o matriz de interacción.

La matriz sirve fundamentalmente para identificar impactos y su origen, sin proporcionar un valor cuantitativo de ese impacto. Permite, sin embargo, estimar importancia y magnitud de ese impacto con la ayuda de un grupo de expertos y otros profesionales implicados en el proyecto. En este sentido, es un paso adelante con respecto a las matrices de interacción simple.

Esta matriz fue desarrollada por el Dr. Luna Leopold y otros, del United States Geological Survey, para ser aplicada en proyectos de construcción, y es especialmente útil, por enfoque y contenido, para la evaluación preliminar de aquellos proyectos en los que se prevén grandes impactos ambientales.

La matriz de Leopold consiste en un listado de 100 acciones de un proyecto que pueden causar impactos ambientales, que se contraponen a otro listado de 88 características ambientales relevantes. Esta combinación produce una matriz con 8.800 casilleros de interacciones posibles.

En cada casillero, a su vez, se distingue entre magnitud e importancia del efecto, en una escala que va de uno a diez. Todo esto produce un total de 17.600 números a ser interpretados.

Debido a la evidente dificultad de manejar tal cantidad de información, a menudo se la utiliza en forma parcial o segmentada, restringiendo el análisis a los efectos considerados de mayor importancia. Por lo demás, cuando se entra a la particularidad de los proyectos, se comprueba que muchos ítems de la matriz de Leopold son superfluos. De la misma forma que no se aplican a cada proyecto todas las acciones señaladas en los listados, también puede ocurrir que en determinados proyectos las interacciones no estén señaladas en la matriz de Leopold, perdiéndose así la identificación de ciertos impactos peculiares. Al hacer las identificaciones debe tenerse presente que en esta matriz los impactos no son exclusivos o finales, y por ello hay que identificar impactos de primer grado de cada acción específica para no considerar un impacto dos veces o más.

- i) Selección de todas las acciones (ubicadas horizontalmente en la matriz) que forman parte del proyecto en estudio. Esto puede ir acompañado de la construcción de la respectiva matriz reducida.
- ii) Para cada acción del proyecto previamente identificada, se coloca una línea diagonal en el casillero de intersección con cada *característica ambiental*, donde es posible un impacto. Esta división del casillero en dos áreas tiene por objeto separar la evaluación de la **magnitud** y de la **importancia** del impacto. Los casilleros que permanecen vacíos revelan que no hay impacto.
- iii) Habiéndose completado la matriz, en el extremo superior izquierdo de cada casillero con diagonal, se estima la **magnitud** del impacto con una nota de **1 a 10**. Se entiende que **10** representa el mayor impacto y **1** el menor. Delante de cada valor, se coloca un signo **+** si el impacto es positivo.

- iv) En el extremo inferior derecho de cada casillero con diagonal, se coloca una nota de 1 a 10 para calificar la importancia del posible impacto, con 10 como valor mayor y 1 como menor.
- v) El informe de la matriz debe ser una discusión acerca del significado de estos impactos, señalando los casilleros con valores mayores, así como las columnas y filas con mayor número de impactos identificados.

Las principales precauciones que es importante tener en cuenta al hacer uso de la matriz de Leopold son las siguientes:

- a) Se caracteriza por un sesgo físico-biológico, en detrimento de los aspectos socioeconómicos. Es recomendable por esto llevar a cabo un estudio socioeconómico aparte, o bien procurar que se complemente la matriz con estudios adicionales.
- b) No distingue entre impactos reversibles e irreversibles, ni entre impactos probabilísticos e impactos determinísticos. Por esto los impactos principales –que el método por cierto identifica y estima– deben ser materia de un análisis separado y cuan detallado como se requiera.
- c) No es eficiente para identificar interacciones. Vale el mismo comentario que el punto anterior.
- d) No identifica grupos afectados por los impactos. Esto se relaciona con la recomendación relativa a los estudios socioeconómicos.
- e) No provee criterios basados en valores numéricos, sino sólo apreciaciones más o menos subjetivas de impactos posibles. De allí que sea importante el trabajo multidisciplinario y la convocatoria de los mejores expertos para usar el método.
- f) No discrimina el ámbito espacial de los impactos. De allí que sea importante utilizar otras metodologías.
- g) No sintetiza las predicciones en un valor único.

7.5. El sistema de Battelle

Fue diseñado por el Battelle Memorial Institute para evaluar el impacto de acciones

relacionadas con la planificación de recursos hídricos. También se le utiliza en la evaluación de proyectos de autopistas, plantas nucleares, instalaciones industriales y otros proyectos de gran envergadura.

Es una especie de matriz de causa-efecto que permite una cuantificación del impacto utilizando índices de calidad ambiental. Estos provienen de gráficos donde se establece la relación entre un parámetro ambiental y la calidad ambiental, semejantes a funciones de transformación. El método permite ponderar esos valores y hacer cálculos por columna o por fila que conducen a indicadores con los cuales se pueden establecer impactos cuantitativos que, luego, son analizados para proponer acciones.

Es un enfoque esencialmente **cuantitativo** de la EIA y persigue en último término llegar a determinar un indicador final que refleje las características ambientales del proyecto; de modo de utilizarlo para la toma de decisiones en relación a ese proyecto y sus alternativas.

El método parte por dividir las áreas de interés humano en cuatro grandes categorías:

- Ecológicas
- Físicas y químicas
- Estéticas
- Sociales

Estas categorías se dividen en 17 componentes, los que a su vez, utilizan un total de 78 factores ambientales.

Los pasos del sistema de Battelle consisten en:

- i) Obtener el valor efectivo de cada uno de los 78 factores ambientales, sin considerar el proyecto. Estos valores, al ser cuantificados, se convierten en parámetros constantes y la base de comparación entre las situaciones "sin" y "con" proyecto.
- ii) Obtener información acerca de la relación entre cada parámetro y la calidad ambiental. Fijar la ordenada (escala de calidad ambiental), de modo que el valor más bajo sea 0 y el más alto 1. Dividir la abscisa en intervalos iguales entre un mínimo y un máximo, y determinar el valor apropiado del parámetro en cada intervalo. Se obtiene una serie de curvas, para cada parámetro, como las que se muestran en el *Anexo I*.
- iii) Si se justifica, (por falta de confianza en la información disponible, por ejemplo), repetir los pasos anteriores con distintos especialistas, hasta llegar a una curva promedio que se considere aceptable.

iv) Predecir luego el valor de cada uno de estos parámetros, en cada una de las alternativas del proyecto, incluyendo la alternativa de no hacerlo como base de referencia.

v) Traducir todos los valores estimados a una misma unidad, con el objeto de permitir su comparación. La unidad utilizada es un *índice de calidad ambiental*. Para llegar a estos índices, se requiere una escala de calidad ambiental. Los autores del método definen *funciones de calidad ambiental* para cada uno de los 78 parámetros utilizados.

Dichas funciones establecen para un determinado rango de variación de cada parámetro, una escala o índice de calidad ambiental que va de 0.0 a 1.0 (este valor corresponde a 100% de calidad ambiental).

vi) Establecer la *ponderación o peso relativo* de cada unidad de impacto. La importancia relativa de cada factor (o la significación de cada parámetro) se logra a través de un grupo de especialistas. El ejercicio contempla, por supuesto, la presencia de juicios subjetivos. Esto es razonable porque la mayor o menor importancia de ellos es un concepto social.

vii) Si se justifica, también se puede repetir el ejercicio de *ponderación* con diferentes grupos de especialistas.

Existe abundante bibliografía donde aparece explicado el método. Lo que importa, en todo caso, es que se trata de un enfoque que exige mucha información y la elaboración de modelos de comportamiento para cada parámetro ambiental. Cabe señalar que estos parámetros tienen comportamientos particulares para cada medio específico y deben ser construidos para cada aplicación del método. Igualmente deben establecerse las ponderaciones o pesos relativos para cada proyecto en cuestión.

7.6. Valoración económica de los impactos

Las técnicas para la valoración económica de los impactos ambientales se agrupan bajo los siguientes métodos:

- Métodos basados en el mercado.
- Métodos basados en valores sustitutivos del mercado.
- Métodos basados en erogaciones potenciales o voluntad para pagar.

Métodos basados en el mercado.

Se basan directamente en la productividad o los precios de mercado. Son aplicables cuando un cambio en la calidad ambiental afectan a la producción real o a la capacidad de producción.

A) Cambio en la productividad.

Los proyectos de desarrollo pueden afectar a la producción o a la productividad de forma

positiva o negativa. Por ejemplo un proyecto de manejo de suelo que implica medidas de conservación del suelo, puede dar lugar a una mayor producción agrícola. La mayor producción puede valorarse mediante el uso de precios económicos normales. Se están reconociendo en la actualidad los costos ambientales de la recuperación de tierras pantanosas o de la contaminación del agua. Cuando las anteriores afectan a la captura de peces, puede calcularse directamente el valor de la captura de peces mediante el uso de precios de mercado reales o proyectados.

B) Pérdidas de ganancias.

Los cambios en la calidad ambiental pueden tener efectos de importancia en la salud humana produciendo impactos negativos. De manera ideal, el valor monetario de los impactos sobre la salud deben determinarse mediante la voluntad que muestran los individuos para pagar por concepto de una mejor salud, o eliminación del posible impacto considerado como negativo.

C) Gastos en defensa y prevención.

Gran parte de los gastos pueden en ocasiones, destinarse a evitar o reducir los efectos ambientales indeseables. Los daños ambientales son con frecuencia difíciles de evaluar, pero los gastos en la protección o defensas pueden determinarse con mayor facilidad. Los gastos de esta índole pueden llegar a considerarse como una valoración mínima de los beneficios.

Métodos basados en valores sustitutos del mercado

Estos emplean la información del mercado de forma indirecta. Estos métodos toman en cuenta el valor de las propiedades, las diferencias de los suelos, costos de viajes y usos de los productos comercializados como sustitutos de productos no comercializados. Cada técnica tiene sus ventajas y sus desventajas específicas, así como los requerimientos diferentes de datos y de recursos.

A) Valor de las propiedades.

Este método es una variación al del valor de la tierra que es más general. Su objetivo es determinar los precios implícitos de características específicas de las propiedades.

Asignan un valor a las mejoras o deficiencias en la calidad ambiental, es utilizado con frecuencia para analizar la contaminación de la atmósfera. Así cuando la contaminación esta determinada se comparan las casas de esta zona de estudio con otras zonas en cuanto a precios, siendo todas de igual tamaño y características, el método consiste en la superposición de que existe un mercado competitivo de bienes raíces. Es necesario la aportación de muchos datos.

B) Diferencias de sueldos.

Este método se basa en que en un mercado competitivo la demanda de mano de obra es igual al valor del producto marginal y que la oferta de mano de obra varía con las condiciones de

trabajo y de vida en una zona. Un sueldo más alto es por lo tanto necesario para atraer a los trabajadores para que se ubiquen en zonas contaminadas o para aceptar un trabajo de riesgos.

C) Costos de viaje.

Este método se emplea con mayor frecuencia para analizar los beneficios económicos de las instalaciones recreativas en los países industriales (parques, lago, bosque, zonas silvestres...). El área circundante se divide en zonas concéntricas de distancia creciente que representan niveles crecientes de costos de viaje. Debe llevarse a cabo una encuesta de usuarios en el sitio para determinar la zona de origen, las tasas de visita, los costos de viaje y diversas características socioeconómicas.

D) Productos comercializados como sustitutos de productos no comercializados.

Hay situaciones en que los productos ambientales tienen sustitutos cercanos que se comercializan y por lo tanto el precio de mercado puede aproximarse al valor asignado al producto ambiental en cuestión. Por ejemplo el valor de una variedad de pescado no comercializado puede valorarse al precio del pescado más similar que se vende en los mercados locales.

Métodos basados en erogaciones potenciales o voluntad de pagar.

Hay ocasiones en que la estimación de los beneficios de la protección a la calidad ambiental es complicada. En algunos de estos casos es posible estimar beneficios mediante el cálculo de la sustitución de los servicios ambientales que han sido destruidos o que podrían ser destruidos por un proyecto, o mediante la estimación de lo que la gente estaría dispuesta a pagar para proteger un bien ambiental.

a) Costos de sustitución.

Se estiman los costos de sustitución de un bien dañado. Es una técnica apropiada en caso de que haya una razón apremiante para restaurar el bien dañado, o la certeza de que se restaurará. Se ha destinado este método entre otros para estimar los beneficios de las medidas de prevención de la erosión mediante el cálculo del costo del fertilizante que se requeriría para reemplazar los nutrientes perdidos a través de la erosión del suelo.

b) Proyecto sombra.

Empleado para evaluar proyectos con impactos ambientales negativos, este método implica el diseño y el cálculo de costos de uno o más proyectos "sombra" que proveerían servicios ambientales sustitutos para compensar la pérdida del bien original. Supone una restricción para mantener el capital ambiental intacto y por lo tanto podría ser mas pertinente cuando haya bienes ambientales "críticos" en riesgo.

c) Valoración contingente

En ausencia de información de mercado sobre las preferencias de la gente, el método trata de identificarlas mediante el planteamiento directo de pregunta a la gente que esta dispuesta a pagar por un beneficio y/o que esta dispuesta a aceptar como compensación por tolerar un costo. Este proceso de preguntas puede ser a través de un cuestionario/encuesta de carácter directo o por medio de técnicas experimentales en las que los sujetos responden a varios estímulos en condiciones de laboratorio.

Lo que buscan son valoraciones personales por parte de la persona que responde con respecto a aumentos o disminuciones en la calidad de algún bien, contingente sobre un mercado hipotético.

Análisis de riesgo ambiental

A continuación en la siguiente tabla representamos las técnicas que actualmente están siendo empleadas y que en la actualidad son desarrolladas.

TECNICA	USO	ENFOQUE	REQUERIMIENTO
Proceso, sistema, lista de verificación.	Cumplimiento de normas mínimas. Identificar áreas que requieren mayor valoración	Responde a preguntas previamente preparadas.	Lista de verificación detallada.
Revisión de seguridad.	Inspección periódica sobre seguridad o inspección de pérdidas.	Listas de verificación, entrevistas a obreros, revisión de registros, inspección visual	Lista de verificación detallada
Ordenamiento relativo, índices de peligro Dow y Mond	Suministra para una planta un ordenamiento relativos de peligros y una estimación de consecuencias.	Procedimientos de escala basado en créditos y penalidades sobre condiciones observadas	Parámetros calculados con base en accidentes previos.
Análisis preliminar del peligro	Precursor de subsecuentes análisis sobre prevención de peligros.	Etapas tempranas en el diseño, identificar grandes categorías del peligro y potenciales eventos iniciadores	Diseño preliminar de la planta.
Método " que pasa si "	Identificación de escenarios sobre accidentes potenciales.	Formular posibles desviaciones en la operación y consecuencias del proyecto	Información detallada del diseño de planta.
Estudio de peligro y operatividad (HazOps)	Investigación de posibles desviaciones del diseño original.	Reuniones formales del grupo de análisis para revisar el diseño de la planta.	Características detalladas del diseño y operación de la planta.

Análisis de árbol de fallas.	Evaluación de secuencias alternativas de fallas y consecuencias.	Los accidentes se evalúan en "reversa" para identificar las posibles causas.	Información detallada del diseño de planta. Fallas probables del equipo.
Fallas, efectos y análisis críticos.	Identificar consecuencias por fallas en el equipo y posibles mejoras en el equipo.	Se evalúan y ordenan las consecuencias de cada falla, independientemente de otras.	Información detallada del diseño de planta. Fallas probables del equipo.
Análisis de árbol de evento.	Evaluación de secuencias alternativas de fallas y consecuencias.	Eventos individuales y combinados son evaluados "adelante" para identificar consecuencias.	Información detallada del diseño de planta. Fallas probables del equipo.
Análisis causa consecuencia.	Evaluación de secuencias alternativas de fallas y consecuencias.	Combina análisis de "reserva" y adelante de las técnicas anteriores.	Información detallada del diseño de la planta. Fallas probables de equipo.
Análisis de error humano.	Evalúa el rol del error humano como factor contribuyente en un escenario de eventos	Varias técnicas. Usualmente interactiva con otras técnicas de análisis de peligro.	Rol de la intervención humana en operaciones específicas. Nivel de capacitación.

Algunas técnicas en uso para las evaluaciones del riesgo ambiental

(Environmental risk assessment: Dealing with uncertainty in EIA. Environment Paper nº7. Office of the environment. Asian Development Bank. December 1990)

ANEXO 7.1

Listado de actividades del proyecto por fase

1. Fase de Planificación y proyecto.

1.1 Planeamiento y diseño.

- 1.1.1 Planos y cálculos de la obra.
- 1.1.2 Objetivos y alcance del proyecto.
- 1.1.3 Permisos ambientales.

1.2 Localización

- 1.2.1 Localización de la obra: expropiación o compra.
- 1.2.2 Instalación de faenas.
- 1.2.3 Instalación de agua y luz requerida por la obra.
- 1.2.4 Levantamiento de construcciones provisionarias.
- 1.2.5 Apertura o acondicionamiento de vías.

2. Fase construcción

2.1 Municipios afectados.

2.2 Movimiento de tierras.

- 2.2.1 Características de perfil longitudinal y transversal.
- 2.2.2 Voladuras.
- 2.2.3 Transporte de Materiales.
- 2.2.4 Vertido de materiales.
- 2.2.5 Faenas en desmontes, terraplenes y alturas medias de los mismos.
- 2.2.6 Eliminación de cubierta terrestre y vegetal.
- 2.2.7 Alteración hidrológica.
- 2.2.8 Alteración del drenaje.

2.3 Necesidades de suelo.

- 2.3.1 Para la propia estructura.
- 2.3.2 Para operaciones auxiliares (acopio de materiales, funcionamiento de las plantas de tratamiento y montaje, otros.

2.4 Recursos humanos.

- 2.4.1 Obreros.
- 2.4.2 Profesionales y técnicos.
- 2.4.3 Transporte de personal.

2.5 Construcción de edificios auxiliares.

- 2.6 Instalación de plantas de tratamiento.
- 2.7 Vías de acceso.
- 2.8 Desvíos y canalizaciones de cauces de agua.
 - 2.8.1 Provisionales.
 - 2.8.2 Definitivos.
- 2.9 Edificios y terrenos a expropiar.
- 2.10 Cierros.
- 2.11 Retiro de hombres, materiales y máquinas.

3. Fase de operación

- 3.1 Transporte de materiales peligrosos.
 - 3.1.1 Radioactivos.
 - 3.1.2 Químicos peligrosos.
 - 3.1.3 Circulación de desechos sólidos urbanos.
 - 3.1.4 Circulación de desechos sólidos industriales.
 - 3.1.5 Circulación de residuos industriales líquidos.
 - 3.1.6 Circulación de gases industriales.
- 3.2 Vertido.
- 3.3 Disposición.
- 3.4 Lixiviación.
- 3.5 Recubrimiento de tierras.
- 3.6 Pretratamiento de residuos.
- 3.7 Tratamiento de residuos.
- 3.8 Funcionamiento de planta incineradora.

4. Fase de abandono

- 4.1 Levantamiento de las instalaciones.
- 4.2 Movimiento de tierras.
- 4.3 Reacondicionamiento de terreno.
- 4.4 Interrupción del tráfico peatonal y vehicular.
- 4.5 Polvos y ruidos.
- 4.6 Cerrado de vertederos.

Listado de factores ambientales

1. Medio físico natural

1.1 Medio inerte

1.1.1 Aire

1.1.1.1 Nivel de monóxido de carbono.

- Humo proveniente de quema de basura en sitios de eliminación en tierra.

1.1.1.2 Nivel de hidrocarburos.

- Gases provenientes de sitios de eliminación en tierra.

1.1.1.3 Nivel de óxido de nitrógeno.

- Gases provenientes de sitios de eliminación en tierra.

FUENTE: ILPES, "Guías para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local", José Leal, Enrique Rodríguez F., Chile, 1998.

1.1.1.4 Nivel de polvo

- Desechos al lado de los caminos, esparcidos por vehículos recolectores de basura.
- Levantamiento de polvo durante descargas de basura de recipientes comunitarios estacionarios.
- Operaciones de descarga y esparcimiento nivelación en sitios de eliminación.

1.1.2 Suelo

1.1.2.1 Relieve y carácter topográfico.

1.1.2.2 Obstrucción de drenajes y alcantarillados.

1.1.2.3 Recursos culturales.

- Deterioro de sitios por vectores de enfermedades (moscas, ratas, cucarachas).

1.1.2.4 Contaminación del suelo y subsuelo.

- Deterioro por fosas espontáneas de vertido de materiales (recipientes comunitarios estacionarios, fundas plásticas, canastas, etc.).

1.1.3 Agua

1.1.3.1 Calidad físico química.

1.1.3.2 Contaminación del agua subterránea y/o superficial por lixiviación de sistema de eliminación en tierra.

1.2 Medio Biótico

1.2.1 Flora

1.2.1.1 Unidad de vegetación sin valor natural, productora de biomasa.

1.2.1.2 Pérdida de vegetación con raíces profundas (p.ej. árboles debido a los gases de relleno.)

1.3 Paisaje

1.3.1 Calidad de paisaje global.

1.3.2 Degradación estética por esparcimiento de basura y basureros clandestinos.

1.3.3 Pérdida de valor de las propiedades por esparcimiento de basura y basureros clandestinos.

2. Medio socioeconómico

2.1 Infraestructura y Servicios.

2.1.1 Equipamiento.

2.1.1.1 Equipamiento sanitario.

- Mal funcionamiento de disposición de recipientes comunitarios.
- Conflicto sobre uso de la tierra.

2.1.1.2 Servicios oficiales.

- Ineficiencia del servicio y equipos de recolección de desechos.

2.1.1.3 Equipamiento sanitario.

- Respuesta tóxica debido a gases de relleno acumulados en edificios.

2.1.1.4 Equipamiento turístico.

- Desincentivos por acumulación de residuos en lugares públicos y concurridos.

2.1.2 Infraestructura no viaria.

2.1.2.1 Infraestructura hidráulica.

- Restricción de usos beneficiosos de aguas receptoras (lixiviación).

2.2 Población

2.2.1 Características culturales.

2.2.1.1 Estilos de vida.

- Falta de cooperación por parte de residentes.
- Conflictos generados por residentes.
- Desadecuación al sistema de recolección de los residentes.

2.2.1.2 Aceptabilidad social del proyecto.

- Oposición pública a instalaciones propuestas para desechos sólidos.

2.3 Economía

2.3.1 Actividades y relaciones económicas.

2.3.1.1 Actividades económicas afectadas.

- Pérdida de materiales de bajo costo por sistemas ineficientes de recolección selectiva para industrias.

2.3.1.2 Areas de mercado

- Aumento del consumo de energía del país por una baja circulación de materiales reintegrados al sistema productivo.

ANEXO 7.2

Matrices de importancia

Matriz de importancia M-1

La primera matriz o matriz de importancia se realiza a partir de criterios de importancia de impactos.

Para ello consideraremos los siguientes aspectos:

- a) Tipo de Impacto: Positivo(+); Negativo(-); De difícil calificación (x).
- b) Efecto: Directo (D); Indirecto (IN).
- c) Carácter: Simple (S); Acumulativo (A).
- d) Reversibilidad Natural: Reversible(R), Irreversible(I).
- e) Plazo de manifestación: Corto (C), Medio plazo (M), Largo plazo (L).
- f) Recuperabilidad: Recuperable (r), Mitigable (mi), Irrecuperable (ir)
- g) Duración del impacto: Temporal (T), Permanente (Pr), Aparición irregular(Ai).
- h) Certidumbre del impacto: Cierto(c), Probable (P), Improbable (i).

Con ello realizaremos la construcción de una matriz, en donde hemos reflejado los factores del medio y las acciones del proyecto

Ejemplo Matriz M-1.

Supongamos que vamos a realizar la construcción de un vertedero, para ello consideramos la siguiente matriz M-1:

Construcción del Vertedero:

<i>Acciones</i>	<i>Factores del medio</i>		
	<i>Geomorfología</i>	<i>Suelos</i>	<i>Calidad del aire</i>
<i>Ocupación del suelo</i>	- D,S,R,M,mi,T,c	- D,S,I,M,mi,P,c	
<i>Deforestación</i>			
<i>Pistas de acceso</i>	- D,S,I,L,ir,P,c		
<i>Movimie. de tierras</i>	- D,S,I,L,ir,T,M		
<i>Estructuras y obras</i>			
<i>Reasentamientos</i>			
<i>Movim. de maquinaria</i>			
<i>Extracción de áridos</i>			
<i>Alteraciones planeamiento</i>			
<i>Expropiaciones</i>			
<i>Necesidad de mano de obra</i>			
<i>Servicios afectados</i>			
<i>Tráfico(IMD)</i>			- D,S,I,C,ir,T,c

Esta tabla es orientativa y únicamente tiene valor explicativo, siendo necesaria la confección de las acciones y los factores del medio dependiendo del proyecto concreto que estemos evaluando. Realicemos la explicación de una de estas casillas para su mejor comprensión. Analicemos la acción del tráfico respecto de la contaminación atmosférica.

Diremos que en la realización de un vertedero afecta el tráfico de la maquinaria de construcción del vertedero a la calidad ambiental de la siguiente forma:

- i) Tipo de Impacto: Negativo(-).
- j) Efecto: Directo (D).
- k) Carácter: Simple (S).
- l) Reversibilidad Natural: Irreversible (I).
- m) Plazo de manifestación: Corto (C).
- n) Recuperabilidad: Irrecuperable (ir).
- o) Duración del impacto: Temporal(T).
- p) Certidumbre del impacto: Cierto(c).

Matriz de magnitud M-2

La matriz M-2, se calcula asignando un valor (entre 1 y 5) a cada nodo de la matriz, de forma que refleje la magnitud y será valorada de la siguiente forma.

MAGNITUD VALORACIÓN

Muy alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy bajo	1

Ejemplo Matriz M-2

Operación construcción:

<i>Acciones</i>	<i>Factores del medio</i>		
	<i>Geomorfología</i>	<i>Suelos</i>	<i>Calidad del aire</i>
<i>Ocupación del suelo</i>	4	3	
<i>Deforestación</i>			
<i>Pistas de acceso</i>	1	2	
<i>Movim. de tierras</i>	3	3	1
<i>Estructuras y obras</i>			
<i>Reasentamientos</i>			
<i>Movim. de maquinaria</i>	4	2	2
<i>Extracción de áridos</i>			
<i>Alteraciones planeamiento</i>			
<i>Expropiaciones</i>			
<i>Necesidad de mano de obra</i>			
<i>Servicios afectados</i>			
<i>Tráfico(IMD)</i>			2

Es el nodo de estudio, se considera que la influencia del tráfico durante la construcción del vertedero sobre la calidad ambiental es baja debido a la escasa duración y a las estrictas normas que debería tener la maquinaria sobre la emisión de contaminantes.

Matriz cuantitativa final:

Se calcula a partir de la matriz anterior M1, asignando unos valores arbitrarios (entre 0 y 1) que reflejen la importancia de cada impacto. Estos valores se suman dando un único valor que refleja la importancia conjunta de los diferentes efectos. Posteriormente este valor de cada nodo de matriz es multiplicado por el valor de magnitud establecido en la matriz M2.

Ejemplo Matriz M-3

Operación construcción:

<i>Acciones</i>	<i>Factores del medio</i>		
	<i>Geomorfología</i>	<i>Suelos</i>	<i>Calidad del aire</i>
<i>Ocupación del suelo</i>	-12,2	-16,2	
<i>Dejorestación</i>			
<i>Pistas de acceso</i>	-6,1	-6,1	
<i>Movimie. de tierras</i>	-17,4	-15,6	-4,2
<i>Estructuras y obras</i>			
<i>Reasentamientos</i>			-8,6
<i>Movim. de maquinaria</i>	-10,2	-7,6	-5,2
<i>Extracción de áridos</i>			
<i>Alteraciones planeamiento</i>			
<i>Expropiaciones</i>			
<i>Necesidad de mano de obra</i>			
<i>Servicios afectados</i>			
<i>Tráfico(IMD)</i>			- 5,8

En el análisis de la casilla en estudio tendremos :

- q) Tipo de Impacto. Negativo(-).
- r) Efecto. Directo (D) con valor 0,3.
- s) Carácter: Simple (S) con valor 0,3.
- t) Reversibilidad Natural: Irreversible (I), con valor 0,5
- u) Plazo de manifestación: Corto (C). Con valor 0,5
- v) Recuperabilidad: Irrecuperable (ir), con valor 0,3
- w) Duración del impacto: Temporal(T) con valor 0,4.
- x) Certidumbre del impacto: Cierto(c) con valor 0,6.

Luego tendremos que el valor de se obtiene:

- Sumando:

$$0,3 + 0,3 + 0,5 + 0,5 + 0,3 + 0,4 + 0,6 = 2,9$$

- Multiplicado este valor por el valor de magnitud establecido en la matriz M2 (2).

$$2 * 2,9 = 5,8$$

- Como el impacto es considerado negativo se le coloca el signo negativo, con lo que llegamos al valor de - 5,8

Este valor obtenido es comparable con los demás, dando lugar a la prioridad de atención y mitigación del impacto analizado.

ANEXO 7.3

Ejemplo de aplicación de la matriz de Leopold

Matriz de Leopold

Esta metodología de EIA de amplia aplicación data de los años 70 y consiste en una lista horizontal de actividades de un proyecto contra, en la vertical, una lista de factores ambientales. Es pues, un cuadro de doble entrada o matriz de interacción. La matriz sirve fundamentalmente para identificar impactos y su origen, sin proporcionar un valor cuantitativo del impacto. Permite, sin embargo, estimar importancia y magnitud de ese impacto con la ayuda de un grupo de expertos y otros profesionales implicados en el proyecto.

La matriz consiste en un listado de 100 acciones de un proyecto que pueden causar impactos ambientales, que se contraponen a otro listado de 88 características ambientales relevantes. Esta combinación produce una matriz con 8800 casilleros de interacciones posibles. En cada casillero, a su vez se distingue entre magnitud e importancia del efecto, en una escala que va de uno a diez. Todo esto produce un total de 17600 números a ser interpretados. Debido a la evidente dificultad de manejar tal cantidad de información, a menudo se utiliza en forma parcial o segmentada, restringiendo el análisis a los efectos considerados de mayor importancia.

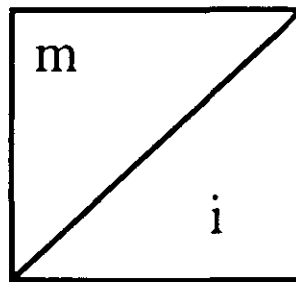
Construcción de una matriz de Leopold

a) Selección de todas las acciones (ubicadas horizontalmente) que forman parte del proyecto en estudio. Esto puede ir acompañado de la construcción de la respectiva matriz reducida.

b) Para cada acción del proyecto previamente identificada, se coloca una línea diagonal en el casillero de intersección con cada *característica ambiental* donde es posible un impacto. Esta división del casillero en dos áreas tiene por objeto separar la evaluación de la *magnitud* y de la *importancia* del impacto. Los casilleros que permanecen vacíos revelan que no hay impacto

c) Habiéndose completado la matriz, en el extremo superior izquierdo de cada casillero con diagonal, se estima la *magnitud* del impacto con una nota de 1 a 10. Se entiende que 10 representa el mayor impacto y el 1 el menor. Delante de cada valor, se coloca un signo + si el impacto es positivo.

d) En el extremo inferior derecho de cada casillero con diagonal, se coloca una nota de 1 a 10 para calificar la *importancia* del posible impacto, con 10 como valor mayor y 1 como menor.



e) El informe de la matriz debe ser una discusión acerca del significado de estos impactos, señalando los casilleros con valores mayores, así como las columnas y filas con mayor número de impactos identificados.

Las principales precauciones que hay que tener en cuenta al hacer uso de la matriz de Leopold son las siguientes:






1) Se caracteriza por un sesgo físico-biológico, en detrimento de los aspectos socioeconómicos. Es recomendable por esto llevar a cabo un estudio socioeconómico aparte, o bien procurar que se complemente la matriz con estudios adicionales.

- 2) No distingue entre impactos reversibles e irreversibles, ni tampoco entre impactos probabilísticos y determinísticos - que el método por cierto identifica y estima - deben ser materia de análisis separado y con el nivel de detalle que se requiera para cada caso.
- 3) No es eficiente para identificar interacciones. Vale el mismo comentario que en el punto anterior.
- 4) No identifica grupos afectados por los impactos. Esto se relaciona con la recomendación relativa a los estudios socioeconómicos.
- 5) No provee criterios basados en los valores numéricos, sino sólo apreciaciones más o menos subjetivas de impactos posibles. De allí que sea importante el trabajo multidisciplinario y la convocatoria de los mejores expertos para usar el método.
- 6) No discrimina el ámbito espacial de los impactos. De allí que sea importante utilizar además otros métodos.
- 7) No sintetiza las predicciones en un valor único.

Ejemplo de utilización de matriz de Leopold.

A continuación se presenta un ejemplo de la utilización de una matriz de Leopold reducida para el caso de un relleno con tres alternativas de localización.

Primer caso: Localización Lugar I

MATRIZ LEOPOLD REDUCIDA LUGAR I		ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES								
		MODIFICACION DEL REGIMEN				TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION		ALTERACION DEL TERRENO	CAMBIOS TRAFICO	SITUACION Y TRATAM RESIDUOS
		ALTERACION CUBIRIA TERRESTRE	ALTERACION HIDROLOGICA	ALTERACION DRENAJE	ALTERACION CARRETERAS Y CAMINOS	ALTERACION BARRERAS INCLUYENDO VALLADOS	ALTERACION PAISAJE	CAMIONES	VERTIDO DE RESIDUOS MUNICIPALES	
FACTORES AMBIENTALES	CONDICIONES FISICOQUIMICAS	CONTINENTALES								
		AGUA	MARINAS							
		SUBTERRANEAS	5 / 5	6 / 6	6 / 8				7 / 7	
		CALIDAD	4 / 2	6 / 5	7 / 7				7 / 7	
	ATMOSFERA	CALIDAD								
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	ARBOLES				4 / 2			
		COSECHAS				3 / 2				
		FAUNA	ANIMALES TERRESTRES							
	FACTORES CULTURALES	USO TERRITORIO	ESPACIOS ABIERTOS Y SALVAJES							
		AGRICULTURA								
		ZONA RESIDENCIAL								
		CAMPING								
	RELACIONES ECOLÓGICAS	RECREATIVA	EXCURSION TURISMO							
		SERVICIOS E INFRAESTR.	RED DE TRANSPORTE							
		ELIMINACION DE RESIDUOS SOLIDOS	VECTORES ENFERMEDADES INSECTOS							

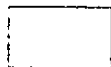
IMPACTOS NEGATIVOS



IMPACTOS POSITIVOS

Segundo caso: Localización Lugar II

MATRIZ LEOPOLD REDUCIDA LUGAR II			ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS							
			MODIFICACION DEL REGIMEN			TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION		ALTERACION DEL TERRENO	CAMBIO TRAFICO	SITUACION DE TRATAMIENTO RESIDUO
			ALTERACION CUBIERTA TERRESTRE	ALTERACION HIDROLOGICA	ALTERACION DRENAJE	ALTERACION CARRETERAS Y CAMINOS	ALTERACION BARRERAS INCLUYENDO VALLADOS	ALTERACION PAISAJE	CAMIONES	VERTIDO DE RESIDUOS MUNICIPALES
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	AGUA	CONTINENTALES							
			MARINAS	6 / 5	4 / 3					5 / 5
			SUBTERRANEAS							
		CALIDAD		4 / 2	5 / 3				4 / 4	
		ATMOSFERA	CALIDAD							
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	ARBOLES							
			COSECHAS							
		FAUNA	ANIMALES TERRESTRES							
	FACTORES CULTURALES	USO TERRITORIO	ESPACIOS ABIERTOS Y SALVAJES							
			AGRICULTURA							
			ZONA RESIDENCIAL						7 / 7	
		RECREATIVA	CAMPING							
			EXCURSION TURISMO							
		SERVICIOS INFRAESTRUCTURA	RED DE TRANSPORTE							
			ELIMINACION DE RESIDUOS SOLIDOS							
	RELACIONES ECOLOGICAS	VECTORES ENFERMEDADES INSECTOS								



IMPACTOS NEGATIVOS



IMPACTOS POSITIVOS

Tercera alternativa: Localización Lugar III

MATRIZ LEOPOLD REDUCIDA LUGAR III		ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES							
		MODIFICACION DEL REGIMEN		TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION	ALTERAC DEL TERRENO	CAMBIOS TRAFICO	SITUAC Y TRATAM RESIDUOS		
		ALTERACION CUBIERTA TERRESTRE	ALTERACION HIDROLOGICA	ALTERACION DRENAJE	ALTERACION CARRETERAS Y CAMINOS	ALTERACION BARRERAS INCLUYENDO VALLADOS	ALTERACION PAISAJE	CAMIONES	VERTIDO DE RESIDUOS MUNICIPALES
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	CONTINENTALES							
		AGUA	MARINAS						
		SUBTERRANEAS							
			CALIDAD						
		ATMOSFERA	CALIDAD						
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	ARBOLES						
			COSECHAS						
		FAUNA	ANIMALES TERRESTRES						
	FACTORES CULTURALES	USO TERRITORIO	ESPACIOS ABIERTOS Y SALVAJES						
			AGRICULTURA						
			ZONA RESIDENCIAL						
		RECREATIVA	CAMPING					5	5
			EXCURSION TURISMO					4	2
	RELACIONES ECOLÓGICAS	SERVICIOS INFRASTRUC.	RED DE TRANSPORTE						
			ELIMINACION DE RESIDUOS SOLIDOS						
		VECTORES ENFERMEADES INSECTOS							

IMPACTOS NEGATIVOS



IMPACTOS POSITIVOS

La matrices de Leopold presentadas muestran una evaluación cualitativa de tres alternativas de localización con impactos y magnitudes. La información que debe contener el análisis de estas matrices es la indicada en el punto e) y comparar los resultados entre las diferentes situaciones, a continuación se presenta a modo de ejemplo un aspecto del análisis.

Análisis:

Respecto de los factores ambientales con mayores impactos podemos ver, para la alternativa **Lugar I**, en la fila de las **aguas subterráneas**, en las columnas de **alteración del drenaje** (con 6 en magnitud y 8 en importancia) y **vertido de residuos municipales** (con magnitud e importancia de 7 en una escala de 1 a diez), para la fila de **calidad del agua** las acciones más impactantes están en las mismas columnas mencionadas anteriormente, **alteración del drenaje** y **vertido de residuos municipales**, con magnitud e importancia de 7 en una escala de uno a diez. Para la segunda alternativa de localización **Lugar II**, los factores impactados **aguas marinas** y **calidad del agua**, donde los impactos más relevantes están en la columna de **vertido de residuos municipales** con importancia y magnitud de un nivel 5 y en la fila de **factores culturales, uso del territorio, zona residencial**, para la columna **cambios de tráfico, camiones**, con importancia y magnitud igual a 7. En la tercera alternativa vemos que los impactos son inexistentes para los factores considerados en las otras alternativas siendo el más importante el de la fila de **áreas recreativas, camping**, con valores de 5 para magnitud e importancia.

La presentación anterior no es exhaustiva, pero, cumple con la función de dar una ayuda respecto de los análisis que pudieran hacerse, también debe incluirse una recomendación de cual alternativa es la mejor (en primera instancia se ve como más recomendable la tercera opción de localización) desde el punto de vista del ambiente o indicar donde se producen aspectos positivos, etc.

FUENTE "Gestión Ambientalmente Adecuada de Residuos Sólidos", Un Enfoque de Política Integral. CEPAL, GTZ. (1997)

ILPES, "Guías para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local", José Leal, Enrique Rodríguez F. (1998).

ANEXO 7.4

Ejemplo de la matriz de interacción

Matriz de interacción

Otro tipo de matriz es la de interacción la cual pasaremos a describir y mostrar a continuación.

1. Las matrices de interacción están estructuradas por columnas de *factores ambientales* que corresponden a un *listado de factores ambientales*, en las filas se presentan las distintas *fases de desarrollo del proyecto* (actividades).
2. Cada matriz debe desarrollarse para cada variable de análisis en particular. Estas variables se explican a continuación.
3. **Horizonte.** Se pueden presentar tres posibilidades: (L) Largo plazo, (M) Mediano plazo y (C) Corto plazo. Cada una de éstas da la idea del tiempo que transcurriría entre una acción que tiene impacto ambiental y la manifestación de ésta sobre cierto medio sometido a análisis por el evaluador.
4. **Reversibilidad.** Corresponde a la capacidad del entorno natural, afectado por un proyecto, de restituir las condiciones previas a los efectos ambientales a que ha sido expuesto, sin que ello signifique la intervención humana o la generación de medidas correctivas o compensatorias. Se distinguen cuatro situaciones de reversibilidad de las condiciones naturales, las de largo plazo (L), mediano plazo (M), las de corto plazo (C) y la situación de irrecuperabilidad (I), que contempla impactos sobre el medio que no son posibles de reparar por la acción natural del entorno afectado.
5. **Persistencia.** Da la idea del tiempo que el efecto ambiental va a permanecer en el entorno afectado, desde que éste aparece. Se dan dos categorías para definir la persistencia del impacto de un factor ambiental, (T) temporal, donde los efectos ambientales permanecen como máximo durante el período de un año y (P) permanente cuando la duración estimada va a superar el año.
6. **Extensión.** Por extensión se comprende el área de influencia del proyecto y sus potenciales deterioros dentro de límites espaciales. Existen tres categorías: puntual

(P), total (T) y parcial (p) que dicen directamente del alcance geográfico de los impactos generados por el proyecto.

7. **Medidas correctivas.** Por medidas correctivas tipificamos una serie de situaciones que dan respuesta al tipo de intervención que el proyecto va a generar (área de afectación). Para cada proyecto existirán medidas puntuales que deberán evaluarse. La matriz presta utilidad en este caso para identificar en que fase del proyecto hay que introducir medidas que corrijan el impacto por factor ambiental. De ello se desprenden cinco medidas de corrección: (P) durante la fase de planificación; (C) durante la fase de construcción; (O) durante la fase de operación; (M/A) durante la fase de mantenimiento y abandono; y (N) no hay posibilidades, que se refiere a la imposibilidad de intervenir en el proyecto con algún tipo de compensación al entorno del proyecto.
8. **Intensidad.** Finalmente, las matrices pueden tener valores de intensidad de factores por fase de proyecto, pudiendo ser estos beneficio (B) para el entorno o dañino (D), de igual forma se puede considerar neutra (n) la acción de cierto factor sobre las acciones que se lleven a cabo durante alguna fase en particular.

A continuación se presenta una matriz de interacción la cual es igual para cada una de las variables y su análisis es similar a la matriz presentada anteriormente. Se debe indicar los casilleros con mayor relevancia señalando como están afectadas las diferentes variables de acuerdo con la nomenclatura acordada.

FUENTE: "Gestión Ambientalmente Adecuada de Residuos Sólidos", Un Enfoque de Política Integral. CEPAL, GTZ. (1997).

ILPES, "Guías para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local", José Leal, Enrique Rodríguez F. (1998).

MATRIZ DE INTERACCION

	Facto de desorde	Sobresaturacion de nutrientes	Ondas de calor	Neces de refrigero	Monitoreo de cambio	Cambios Biolumines	Mata de algas	Olores	Produccion de acidos	Adhesion de las celulas	Acceso y gases	Sobresaturacion	Inhibicion del flujo	Acidez y alcalinidad	Joo 5	Dengue de nuevo	Sobresaturacion	Componentes toxicos	Contaminantes pesados	Salinidad	Contaminacion	Nutrientes	Erosion	Resaca	Unico del suelo	Falta de nutrientes	Areas	Falta de luz	Accion de los nutrientes	Areas saturadas	Vegetacion y flora animal	Conducta de las especies	Vectores	Paises	Ruido / efectos toxicologicos	Ruido contaminaciones	Ruido ambiental laboral	Ruido / contaminación social	Efecto de vida	Sistemas biológicos	Necesidades comunales	Empresas	Impactos ambientales	Procedimiento	Propiedad Privada
A C T I V I D A D E S	Fase de planeación y diseño																																												
	1.1 Planeamiento y Diseño																																												
	2. Localización																																												
	3. Fase de construcción																																												
	7.1 Municipios afectados																																												
	7.2 Movimiento de tierras																																												
	2.2 Necesidades del suelo																																												
	2.4 Peces humanos																																												
	2.5 Construcción de empalmes																																												
	2.6 Preparación de planes de tratamiento																																												
	2.7 Vías de acceso																																												
	2.8 Edif y tan a explor																																												
	2.9 Cerros																																												
	2.10 Retiro de escombros y maq																																												
	3. Fase de operación																																												
	3.1 Manejo de materiales																																												
	3.2 Verbes																																												
	3.3 Disposición																																												
	3.4 Lubricación																																												
	3.5 Recubrimiento de tierras																																												
	3.6 Manejo de residuos																																												
	3.7 Tratamiento de residuos																																												
	3.8 Funcionamiento de planta incineradora																																												
	4. Fase de abandono																																												
	4.1 Levantamiento de las instalaciones																																												
	4.2 Movimiento de tierras																																												
	4.3 Recondicionamiento del terreno																																												
	4.4 Interrupción del flujo vehicular y peatonal																																												
	4.5 Poles y ruidos																																												
	4.6 Cerrado del vertedero																																												

ANEXO 7.5

Sistema de Battelle - Columbus.

Las listas de escala y peso se ha desarrollado para permitir evaluar todos los impactos sobre el ambiente asociados a un proyecto o para la comparación de varias alternativas de un proyecto a través de índices cuantitativos. El resultado es la implantación de un método cuasi matemático, donde los impactos son pesados en términos de su importancia relativa, transformados en unidades comunes y manipulados matemáticamente para formar índices de impacto.

Este sistema de evaluación de Battelle (la lista de escala y pesos más conocida), fue elaborado por los Laboratorios de Battelle-Columbus, por encargo de la Oficina de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EUA/EPA), y se centró principalmente en la planificación de la gestión de recursos de agua, pero es aplicable a muchos otros proyectos con la misma eficacia.

La base del sistema es la definición de una lista de 78 caracteres o parámetros ambientales que representan una unidad o aspecto del ambiente que merece ser considerado separadamente y que además, su evaluación es representativa del impacto ambiental derivado de las acciones del proyecto en consideración. Los parámetros están ordenados en categorías ambientales, los que a su vez se distribuyen en 4 categorías ambientales, con el objeto de establecer los niveles de información requeridos.

Esquemáticamente se plantea de la siguiente manera:

- Categorías ambientales-componentes-parámetros, siendo la evaluación de los parámetros el último nivel de información.
- Los parámetros ambientales cuentan con las características de representar la calidad del ambiente. Son fácilmente medibles sobre el terreno y responden a la exigencias del proyecto a evaluar.

Los pesos de ponderación por temas son los siguientes:

Contaminación ambiental	402 puntos
Interés Humano	205 "
Estéticos	153 "
Ecología	240 "

TOTAL	1000 puntos

Una vez establecida la lista de parámetros, el modelo establece un sistema en el que dichos parámetros se evalúan en unidades conmensurables asignándoles unidades numéricas denominadas unidades de importancia del parámetro. Después, a estas unidades se les asigna un índice de calidad que se obtiene de multiplicarlas por un número que va de 0 a 1, siendo el 0 el que representa a la mala calidad y el 1 la buena calidad, obteniéndose así las unidades de evaluación del impacto ambiental.

Se suman estos valores y el proyecto (o alternativa de proyecto), cuya suma de valores de el valor más alto, indica el que conviene realizar.

Las relaciones aritméticas que se aplican son las siguientes:

UIA : Unidades de Impacto Ambiental de 0 a 1,000.

ECA : Escala de Calidad Ambiental de 0 a 1.

CIR : Coeficiente de Importancia Relativa de cada una de las 78 variables "i" de 2 a 31.

Alternativa "j"

$$UIA_j = \sum CIR_i * ECA_i$$

Si tenemos "n" alternativas la que se recomienda es la que tenga mayor UIA

En el siguiente cuadro reflejamos los pesos para cada uno de los parámetros del análisis.

Contaminación ambiental 402

A) Contaminación del agua 318

Perdidas en las cuencas hidrográficas	20
DDO	25
Oxígeno disuelto	31
Coliformes fecales	18
Carbono inorgánico	22
Nitrógeno inorgánico	25
Fosfato inorgánico	28
Plagidas	16
PH	18
Variaciones del flujo de corriente	28
Temperatura	28
Sólidos disueltos totales	25
Sustancias tóxicas	14
Turbiedad	20

B) Contaminación atmosférica 52

Monóxido de carbono	5
Hidrocarburos	5
Oxidos de nitrógeno	10
Partículas sólidas	12
Oxidantes fotoquímicos	5
Oxidos de azufre	10
Otros	5

C) Contaminación del suelo 28

Usos del suelo	14
Erosión	14

D) Contaminación por ruido 4

Ruido	4
-------	---

Interés humano 205**E) Valores educacionales y científ. 48**

Arqueológicos	13
Ecológicos	13
Geológicos	11
Hidrológicos	11

F) Valores históricos 55

Arquitectura	11
Acontecimientos	11
Personajes	11
Religiones y culturas	11
"Frontera del oeste"	11

G) Estilo de vida 37

Oportunidad de empleo	13
Vivienda	13
Interacciones sociales	11

H) Culturas 28

Indios	14
Otros grupos étnicos	7
Grupos religiosos	7

I) Sensaciones 37

Admiración	11
Aislamiento	11
Misterio	4
Integración con la naturaleza	11

Estéticos 153

J) Suelos 32

Estructura geológica	6
Caract. Topográficas	16
Extensión y alineaciones	10

K) Aire 5

Olor y visibilidad	3
Sonidos	2

L) Agua 52

Presencia de agua	10
Interfase suelo-agua	16
Olor y materiales flotantes	6
Area de las super. del agua	10
Márgenes arboradas y geológicas	10

M) Biota 24

Animales domésticos	5
Animales salvajes	5
Tipos de vegetación	9
Variedad dentro de los tipos de vegetación	5

N) Objetos artesanales 10

Objetos artesanales	10
---------------------	----

Ñ) Composición 30

Efectos de composición	15
Elementos singulares	15

Ecología 240

O) Especies y poblaciones 140

Pastizales y praderas	14
Cosechas	14
Vegetación natural	14
Espacios dañinas	14
Aves de caza continentales	14
Pesquería comerciales	14
Vegetación natural	14
Espacios dañinas	14
Pesca deportiva	14
Aves acuáticas	14

P) Hábitats y comunidades 100

Cadenas alimentarias	12
Usos del suelo	12
Especies en extinción	12
Diversidad de especies	14
Cadenas alimentarias acuáticas	12
Especies acuáticas en extinción	12
Características fluviales	12
Diversidad de especies acuáticas	14

FUENTE: "Gestión Ambientalmente Adecuada de Residuos Sólidos", Un Enfoque de Política Integral. CEPAL, GTZ. (1997).
 ILPES, "Guías para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local", José Leal, Enrique Rodríguez F. (1998).

ANEXO 7.6

Instrumentos económicos en la gestión de residuos sólidos

El campo de la aplicabilidad efectiva de instrumentos económicos para la gestión ambientalmente sustentable de los residuos sólidos, en particular los industriales, pareciera estar bastante condicionada, aunque haya un ambiente favorable para su aceptación.

A modo de síntesis, se podría afirmar que tal aplicabilidad debe cumplir estos requisitos (propios de los instrumentos económicos).

- Instrumentos que utilicen fuerzas de mercado para inducir comportamientos, en lugar de ordenar para luego controlar.
- Instrumentos que creen mercados, donde las fallas del sistema no permiten intercambios.
- Instrumentos que asignen precios a recursos o procesos que no los tienen; o los tienen en forma parcial o distorsionada (como es el caso de los residuos sólidos).
- Instrumentos que establezcan derechos de propiedad (públicos, privados o comunitarios) sobre bienes libres, o sobre los cuales no se reivindica propiedad.
- Instrumentos que busquen compatibilizar las políticas económicas con las políticas ambientales.
- Instrumentos más eficientes desde el punto de vista de su gestión financiera.
- Instrumentos de mayor aceptabilidad social, particularmente entre los sectores productivos.

En este marco, los instrumentos de posible uso serían:

Derechos de propiedad

Establecimiento de la plena propiedad del generador de desechos sólidos sobre sus residuos, que implican:

- Responsabilidad del generador
- Principio contaminador pagador (aplicación)
- Potenciación de la minimización
- Valorización económica de los desechos

Establecimiento de uso restringido sobre ciertos bienes públicos, lo que implica:

- Disposición adecuada de residuos sólidos.
- Control público.

Creación de mercados

- Permisos de uso transable de bienes públicos con uso restringido

Instrumentos fiscales

- Impuestos a la generación de residuos
 - Por cantidad
 - Por tipo
- Impuestos al uso del suelo para disposición de residuos

Sistema de cargos (tarifas)

- Cargos por recolección
- Cargos por disposición
- Cargos por contaminación

Instrumentos financieros

- Fondos ambientales
 - Para mejoramientos tecnológicos
 - Para fomento del reciclaje
 - Para transporte y disposición adecuada
- Créditos blandos
 - Para proyectos con objetivos "ambientales"

Sistemas de responsabilidad

- Por daño a los recursos naturales
- Seguros de responsabilidad
- Incentivos al cumplimiento de normas

Sistemas de garantías (bonos y depósitos)

- Bonos de cumplimiento de normas
- Sistemas de depósitos reembolsables

FUENTE: José Leal, Proyecto CEPAL. / GTZ (1996)

ANEXO 7.7

Ejemplo de impactos de sistemas de captación y evacuación de desechos sólidos y posibles medidas de mitigación

(Environmental Evaluation System for water resources planing. Final report, Battelle-Columbus Laboratories, Columbus, Ohio, 1972)

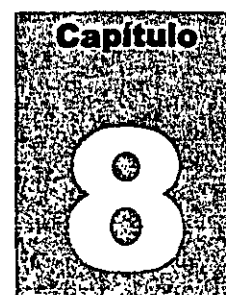
IMPACTOS DIRECTOS

IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Contaminación del aire.	
La carga de desperdicios que se dejan en recipientes comunales estacionarios produce polvos	Reducir al mínimo la manipulación adicional y aumentar al máximo la capacidad en la medida de lo posible.
Producción de polvo y residuos en las rutas segudas por los vehículos de recolección de residuos.	Suministrar vehículos cerrados y lonas para los vehículos abiertos.
Producción de polvo a causa de la descarga en las estaciones de transferencia.	Cubrir los puntos de descarga y carga, ventilar el aire.
Producción de polvo a causa de la descarga en los puntos de vertido.	Establecer un cinturón de salvaguardia en tomo del punto de descarga final. Pavimentar los caminos de acceso. Diseñar la ubicación del frente de la labor. Rociar con agua para minimizar las emisiones de polvo.
La quema a cielo abierto de desperdicios no recogidos produce humos.	Prestar un servicio integral de recolección de residuos en el medio urbano.
La quema a cielo abierto de desperdicios en los vertederos produce humos.	Distribuir y compactar los desperdicios que se returen, cubriéndolos diariamente con tierra, e instalar sistemas de control de gases.
Producción de olores en los vaciaderos	Idem anterior.
Producción de olores en los sistemas de elaboración de fertilizantes orgánicos.	Mantener condiciones aeróbicas durante la operación de elaboración de fertilizantes orgánicos.
Contaminación atmosférica debido a la actividad de incineradores o planta de recuperación de recursos.	Establecer sistemas de control.

Contaminación del agua	
Contaminación de aguas subterráneas o superficiales debido a los lixiviados del vertedero.	Ubicar los vertederos en lugares donde los suelos sean relativamente impermeables, tengan propiedades atenuantes, permitan que exista una profundidad entre el piso del vertedero y las aguas superficiales. -
Las aguas receptoras contaminadas por lixiviados solo se pueden utilizar en aplicaciones benéficas.	No ubicar los vertederos en laderas arriba de fuentes de aguas subterráneas o superficiales cuya utilización pueda verse afectada por la contaminación.
Los desperdicios que no se recogen obstruyen los orificios de los drenajes abiertos y alcantarillas.	Prestar un servicio integral de recolección de residuos en el medio urbano.
Perdida de vegetación por la acción de los gases del vertedero.	Establecer sistemas de control de gases en el vertedero.
Contaminación del suelo	
Contaminación del suelo y posible absorción biológica de productos químicos tóxicos por la aplicación de fertilizantes orgánicos (compostaje).	Evaluar la cantidad de fertilizante admisible antes de producirse niveles fitotóxicos.
Salud ocupacional	
Accidentes de trabajo cuando los recipientes están sobrecargados.	Suministrar recipientes diseñados para la basura recibida, situar tapas en los recipientes, para disminuir el peso en épocas de lluvia.
Riesgos debido a la mala manipulación en origen de los residuos hospitalarios.	Efectuar una recolección por separado en vehículos especiales, reservando un área especialmente dedicada a este fin en los vertederos.
Riesgos debido a la mala manipulación de los desechos peligrosos.	Encuesta a las industrias para determinar la cantidad de desechos peligrosos Efectuar una recolección por separado en vehículos especiales, reservando un área especialmente dedicada a este fin en los vertederos, previo análisis de la compatibilidad de los desechos antes de su evacuación.
Salud de la población	
Aumento de las poblaciones de vectores de enfermedades, cuando no se recogen los residuos o se vuelcan a cielo abierto.	Prestar un servicio integral de recolección de residuos en el medio urbano.
Aspectos estéticos	
La acción de los animales distribuyen los desperdicios que se dejan en los recipientes	Educar a los residentes para que saquen la basura en un horario definido además de adecuar los recipientes con medidas de protección (tapas, cierres, durabilidad, etc.)

IMPACTOS INDIRECTOS

IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Problemas sociales	
Declinación del orgullo cívico y la motivación pública cuando los desperdicios degradan visiblemente el medio urbano.	Sensibilizar al público para lograr su cooperación en cuanto al manejo de los residuos así como disponer de un servicio de recolección y vertido adecuado.
Los recipientes que no están bien ubicados o diseñados dan lugar a una pérdida de tiempo y energía por parte de los residentes.	Examinar patrones de movimiento de los residentes y estudiar el diseño idóneo de los recipientes según las necesidades.
Se plantean conflictos sobre el uso de la tierra cuando las plantas de tratamiento y disposición final no están bien ubicadas.	Planificación de la ubicación. Establecer zonas de protección para reducir el impacto estético de la ubicación.
Oposición del público a la construcción de las plantas de los desechos sólidos propuestas.	Velar por el funcionamiento correcto de las plantas dispuestas. Ofrecer demostraciones del funcionamiento, tanto visuales como técnicas.
Problemas económicos.	
Pérdidas de ingresos para los recolectores y pérdidas de materias primas de bajo costo para la industria cuando se impide la recuperación de materiales secundarios.	Diseñar los sistemas de recolección, transferencia y/o evacuación de modo de permitir la continuación de reciclaje. Aumentar la separación de productos en la fuente y la recuperación de materiales secundarios antes de que los desechos sean descargados para la recolección. Dar adiestramiento en el empleo a los recolectores de residuos que pierden sus trabajos.
Desvalorización de las propiedades por la presencia de desperdicios y el abandono clandestino de desperdicios.	Idem. Además, efectuar una limpieza periódica de calles, caminos, y lugares urbanos frecuentados comúnmente por los tunstas
Derroche de las rentas municipales cuando el equipo de recolección es inapropiado y el equipo de recolección ineficiente.	Poner a prueba antes de implementar el sistema de recolección. Evaluar regularmente los costos de recolección. Diseñar las rutas y verificar las óptimas. Utilizar sistemas de transferencias cuando las distancias sean excesivas y no resulte económico el transporte directo.(20-25 Km.).
El desarrollo industrial se ve impedido cuando las industrias atentas a sus obligaciones ambientales carecen de instalaciones adecuadas para la disposición de residuos peligrosos.	Construir instalaciones especiales para recibir desechos peligrosos.
Se incrementa el desequilibrio de la balanza comercial del país y el consumo de energía, cuando disminuye el reciclaje de materiales derivados de los desechos que se podrían usar como materias primas en la industria	Dar incentivos al sector privado para recuperar materiales del reciclaje. Sensibilizar al público para alentar el reciclaje. Facilitar la separación en la fuente, de productos reciclables y efectuar su recolección por separado. Diseñar sistemas de transferencia y/o disposición para separar el reciclaje de los residuos mezclados.



8. Participación y educación del público.

8.1. Generalidades

Existen muchos casos donde, a pesar de haberse formulado una propuesta de manejo de los R.S.D. técnicamente correcta, la falta del componente participación y educación del público, ha ocasionado resultados negativos, por cuanto el apoyo del público es fundamental en lo que se refiere a la separación en el origen o políticas de promoción relativas a disminuir las emisiones.

En cualquier tipo de plan de gestión de residuos sólidos, la educación y participación del público jugará un rol significativo, tanto antes como después de la implementación del plan.

Los términos educación del público y participación del público abarcan una amplia gama de actividades y técnicas diseñadas para conseguir que los ciudadanos participen en la toma de decisiones, obtener información respecto a las inquietudes de los ciudadanos, aumentar la toma de conciencia del público y motivar la participación en los programas.

Un buen programa de educación y participación en la gestión de los desechos sólidos aprovecha y utiliza los grupos cívicos, comercio, colegios, iglesias y los medios de comunicación para que participen en la toma de decisiones y promuevan una ética positiva en el área de los desechos sólidos, mediante reuniones, eventos especiales, conferencias, materiales promocionales, boletines, exhibiciones, concursos y actividades de recolección.

Las personas encargadas de tomar decisiones deben intentar involucrar al público a través de todo el proceso de planeamiento de la gestión de los desechos sólidos municipales. Es particularmente importante que el planificador trabaje junto con la comunidad, especialmente en el proceso inicial de planeamiento.

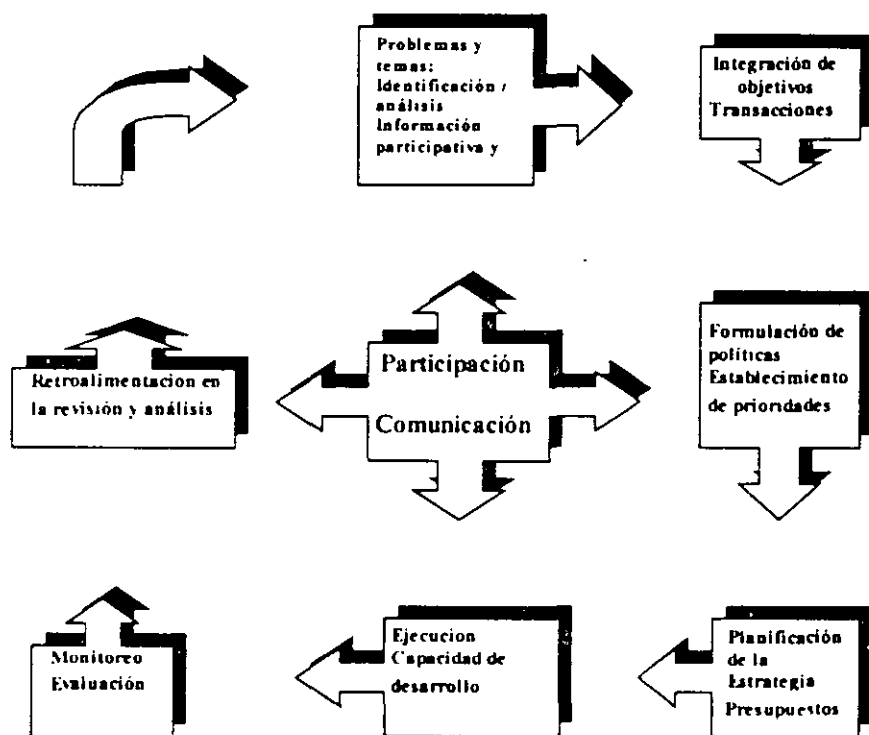
Es deseable establecer un consejo asesor o un grupo de trabajo específico para proveer un marco organizacional a la participación de los ciudadanos.

Este grupo podría incluir ciudadanos, hombres de negocios, miembros de grupos locales del medio ambiente, grupos comunitarios de los diversos vecindarios y organizaciones religiosas.

Debe educarse al grupo asesor en todos los aspectos concernientes a la situación de la gestión de los desechos sólidos locales, todos los costos y responsabilidades asociadas con la gestión de los desechos y las opciones disponibles de gestión y disposición.

8.1.1. Ciclo estratégico de la participación

Los vínculos de la participación comunitaria integral pueden ser visualizados de acuerdo con el siguiente flujograma.



FUENTE: EDIEN Political Economy of the Environment, Module 4 Participation in National Environmental Strategies (World Bank 1997/ Traducción no oficial)

8.1.2. Dificultades para institucionalizar la participación

Integrar activamente a la población en la gestión de los RSD, no es una tarea fácil, especialmente cuando se desea que esta sea permanente, integral y dinámica. El siguiente recuadro sintetiza las barreras para materializar dicho objetivo.

POR QUÉ ES DIFÍCIL INSTITUCIONALIZAR LA PARTICIPACIÓN

Si tiene tantos méritos, ¿por qué es difícil institucionalizar la participación? Las siguientes parecen ser algunas de las restricciones:

- En la fase inicial de una estrategia, la participación requiere considerable tiempo y trabajo adicional en el desarrollo de los recursos humanos. Generalmente no se provee de incentivos adicionales a los miembros del equipo por el esfuerzo extraordinario requerido. La introducción de la participación requiere recursos financieros adicionales y en la fase inicial es más costosa comparada con programas convencionales. La mayoría de las instituciones y programas se sienten restringidas de hacer tales inversiones, dado que ellas son evaluadas principalmente por el criterio de logros en los objetivos físicos y financieros.
- La participación exige una mayor retroalimentación en el papel de los profesionales externos, desde la gestión hasta la facilitación. Esto exige cambios en conducta y actitudes y tiene que ser gradual. También exige un significativo entrenamiento y usualmente los recursos para este trabajo son inadecuados.
- La participación también desafía a los profesionales convencionales; estos sienten pérdida de poder al tratar como iguales a las comunidades locales y al incluirlas en la toma de decisiones. Esto inhibe a los profesionales de asumir riesgos y desarrollar relaciones de colaboración con las comunidades.
- La participación y el desarrollo institucional son difíciles de medir y requieren el uso simultáneo de indicadores cualitativos y cuantitativos. Los sistemas existentes de monitoreo y evaluación no pueden medir dichos aspectos y, por lo tanto, los indicadores físicos y financieros, que son más fáciles de medir, dominan la evaluación de resultados y el proceso de análisis de impacto.
- Mientras que muchos programas iniciados por las agencias externas tienden a usar métodos participativos de planificación, ellos no hacen los correspondientes cambios en los mecanismos de asignación de recursos a las instituciones locales y ellos tienden a retener el poder en la toma de decisiones financieras. Este hecho frena el crecimiento de las instituciones locales y conduce a una pobre sostenibilidad de los programas.
- La participación es un proceso de largo plazo y necesita ser iterativo en un periodo inicial de dos a cinco años antes de remontar y replicarse. La mayoría de los programas de desarrollo tienden a dejar en el papel las fases iniciales del proceso de participación y desarrollo institucional sin suficiente experimentación e iteración. Como resultado, las modalidades institucionales que surgen son a menudo inefectivas.
- La participación está también directamente ligada a la equidad. Muchas estrategias para implementar programas, a pesar de comenzar con consultas y participación de grupos, fracasan en monitorear aspectos de equidad. Esto hace que los resultados de la gestión y los beneficios sean usurpados por los grupos éliticos de la comunidad y en la mayoría pierdan su interés. Las

instituciones externas necesitan jugar un papel preponderante en catalizar prácticas equitativas dentro de las instituciones locales.

Cualquier política o proceso de formulación de estrategias deberá tomar en cuenta los esfuerzos existentes al nivel local y utilizarlos como base para la estrategia de preparación. El proceso de formulación de la estrategia depende altamente de los éxitos alcanzados previamente. El crecimiento orgánico de una estrategia a través de insumos locales y regionales, que se base en la experiencia y en las acciones positivas aprendidas, aumenta las posibilidades de que todos los miembros desarrollen un interés de largo plazo en la ejecución.

Fuente: "Participation in national environmental strategies" (Module 4) EDIEN: Political Economy of the Environment World Bank (98). Traducción no oficial.

8.2. Elementos que deben tomarse en cuenta en la participación para una gestión integral de los RSD.

A continuación se presentan algunos lineamientos generales para desarrollar un programa de participación y educación del público.

8.2.1. Presentación de los principales resultados del estudio.

Como ya se ha sostenido anteriormente, la participación del público es de vital importancia y una forma de activar esta participación, y a la vez motivar la discusión respecto del tema, es la presentación de los principales resultados del estudio.

Con respecto a los principales resultados del estudio, los mensajes para el público deben ser al menos los siguientes:

- Generación en origen (domicilios): cantidad, composición.
- Pre-recogida uso de recipientes adecuados para el acopio de basuras y respeto de horarios de recolección y transporte.
- Recolección y transporte: modalidades de operación; cobertura, eficiencia, aspectos ambientales, sanitarios y costo asociado.
- Tratamiento y disposición final: Vida útil y problemas ambientales y sanitarios de los actuales rellenos, requerimientos de (incineración, compostaje, etc.).

- Microvertederos ilegales: mencionar cantidad existente en cada ciudad, sus problemas ambientales y sanitarios y los costos asociados a su limpieza.
- Costos de un plan de gestión y manejo integral de residuos sólidos, técnica y ambientalmente adecuado.

Se debe sensibilizar a la población respecto de los beneficios que recibe la comunidad, los costos reales y los déficits que se producen en la municipalidad. Indicar qué acciones se pueden realizar en educación, salud, deportes, etc. si las municipalidades no tuvieran que afrontar dicho déficit económico.

Implantación de un programa de recuperación/reciclaje con clasificación en origen.

Se deben presentar los beneficios directos que recibe la comunidad y la forma de participación en el programa, esto es:

- Reducción de costos globales en el manejo del flujo de basura, tanto por concepto de recolección y transporte como por disposición final.
- Mayor vida útil de los rellenos sanitarios.
- Apoyo y ayuda solidaria a sectores necesitados de la población, ya sea directamente a través de la recolección y comercialización por parte de los segregadores, o bien indirectamente a través de la participación de organizaciones de beneficencia.
- Qué elementos se recuperarán de las basuras y por qué.
- Qué elementos no se recuperarán de las basuras y por qué.
- Cómo acopiar los materiales recuperables.

8.2.2. Estrategias de comunicación: Grupos objetivos de la población y canales de comunicación.

La comunicación con el público y la promoción de los programas debe ser un proceso continuo. Los eventos en medios de comunicación, los pósters publicitarios, los boletines, etc., son todas buenas herramientas y medios para ser usados en un programa continuo de educación.

Un programa efectivo de educación y promoción debe ser planeado teniendo en mente las necesidades de la comunidad. Se puede ahorrar una cantidad significativa de tiempo y energía analizando actividades de educación del público que han sido desarrolladas en otras comunidades, sacando provecho de sus éxitos y aprendiendo de sus fracasos.

Los encargados de tomar decisiones pueden revisar actividades y materiales educativos utilizados en otros programas para la toma de conciencia del público, tales como campañas para uso de cinturón de seguridad en los automóviles, campaña para evitar accidentes en la vía pública, etc. Las técnicas usadas en estas campañas para promover una idea o incentivar un

nuevo comportamiento pueden ser modificadas para expresar la idea del tema de los desechos sólidos municipales.

8.2.3. Grupo objetivo de la población.

El primer paso de la planificación de un programa de educación es comprender los diferentes públicos que existen dentro de la comunidad y determinar cómo reciben la información estos diversos grupos. Entre los temas que se deben resolver se pueden destacar los siguientes:

- ¿Cuáles son algunos de los sub grupos existentes en la comunidad?
- ¿Cuál es el nivel del lenguaje a ser utilizado en el material a ser entregado a la comunidad?
- ¿Cuáles son las inquietudes de los ciudadanos?
- ¿Cuáles programas en los medios audiovisuales de comunicación local escuchan y ven los residentes de la comunidad?
- ¿Cuáles medios escritos de comunicación, a nivel nacional, regional, comunal o comunitario, lee la población y qué secciones son las preferidas?
- ¿Responden bien los ciudadanos a noticias públicas incluidas en las cuentas de servicios que reciben?
- ¿Son los afiches publicitarios colocados en las tiendas un método efectivo de conseguir una imagen que les llegue?
- ¿Existen ya grupos cívicos conduciendo alguna campaña de educación respecto a la basura o algún otro tema relacionado?

La respuesta a este tipo de preguntas ayudará a que se utilicen los mensajes apropiados, se realicen las actividades adecuadas y se ocupen los medios de publicidad correctos.

La mejor forma de responder estas interrogantes, es efectuar entrevistas con líderes de la comunidad, llevar a cabo encuestas de opinión y también trabajar junto con los grupos asesores de ciudadanos existentes, para recopilar esta información.

Un exitoso programa de educación y participación de la población compromete importantes recursos humanos, técnicos, materiales y económicos, por lo que se prevé que el diseño y operación del programa sea contratado a especialistas en comunicación y educación. Las municipalidades serán las encargadas de proporcionar los objetivos, metas, supervisión, coordinación y apoyo logístico a dicho programa.

Por el motivo anterior resulta muy beneficioso segmentar la población en dos grandes grupos:

- Niños y jóvenes de entre 6 y 20 años de edad,
- Adultos de 21 años y más.

Frente a restricciones presupuestarias puede privilegiarse la educación de niños y jóvenes.

Educación de los niños y jóvenes

Enseñar a los niños y jóvenes sobre la gestión, el valor del reciclaje y de reducir la cantidad de basura generada, desechos peligrosos domésticos y la necesidad de contar con sitios de disposición adecuados para manejar el problema de los desechos sólidos, es un elemento esencial para desarrollar una ética de responsabilidad entre los futuros residentes de la comunidad respecto a los desechos sólidos. Además de los potenciales beneficios futuros, los programas orientados a los niños y jóvenes pueden tener una recompensa inmediata al llevar a casa, a sus padres, los mensajes referentes a reciclaje y otros métodos de gestión de desechos sólidos.

8.2.4. Canales de comunicación: estrategias de medios

El programa de educación y participación debe ser estructurado en base anual de manera que sus objetivos sean manejables. Algunos aspectos que deben ser incluidos en estos planes son:

- Temas o desafíos principales que deben ser enfrentados.
- Metas a ser alcanzadas.
- Actividades y eventos para lograr cada una de estas metas.
- Recursos disponibles (fondos, voluntarios y apoyo de la comunidad) para cada actividad y evento.

Cronograma de trabajo que coordine los esfuerzos de educación del público con la implementación del programa y considere actividades y eventos estacionales.

Existe una amplia gama de actividades y eventos posibles que pueden ser incluidos en un plan de educación al público. Las actividades escogidas deben promover y complementar las opciones específicas de gestión de los desechos sólidos que están siendo consideradas o implementadas como parte del programa de la comunidad en este campo. Por ejemplo, si la primera prioridad es la implementación de un programa de recuperación y clasificación en origen de materiales reciclables, entonces debe darse énfasis a los programas de educación dirigidos a este fin.

Las actividades propuestas dentro de un programa de educación deben también satisfacer las necesidades de información de la comunidad y deben encontrarse dentro de los límites presupuestarios y de recursos de la comunidad. En algunos casos, será recomendable considerar llevar a cabo proyectos pilotos de educación del público a más pequeña escala. Este tipo de iniciativas puede ser un perfecto campo de prueba para la generación de nuevas ideas. Las enseñanzas sacadas de estos proyectos pueden ser incorporadas a proyectos de mayor envergadura en la medida que el programa consiga el apoyo del público.

Los medios de comunicación específicos que se pueden emplear en las ciudades en estudio los podemos dividir en "medios troncales" y "medios directos", a saber:

8.2.4.1. Medios troncales

Como medios troncales podemos considerar los periódicos, radioemisoras, TV. A nivel local es posible desarrollar estrategias de acuerdo con los medios disponibles en periódicos de circulación local o radioemisoras locales, con programas o publicaciones desde el municipio.

8.2.4.2. Medios directos

Entre los medios directos y sus características se pueden mencionar los siguientes:

Afiches informativos

En una primera etapa se elaborarán afiches con información general sobre la gestión integral de residuos sólidos. Para en una segunda etapa, informar al público sobre la futura puesta en marcha de un programa de recuperación y clasificación en origen de materiales reciclables.

La distribución se hará en grandes tiendas, supermercados, en sedes de organizaciones sociales y deportivas, municipalidades y en general en lugares de gran afluencia de público.

Folletos informativos

Estos deben informar mostrando las problemáticas antes enunciadas. La primera etapa de la campaña debe ser distribuida en la calle (por ejemplo, en esquinas de gran afluencia automovilística o peatonal en horas claves), centros de afluencia de público, hogares e instituciones. En la segunda etapa de la campaña, éstos deben concentrarse en lugares públicos al alcance de todas las personas, como por ejemplo, hospitales, consultorios, oficinas públicas, centros comerciales, etc.

Exposiciones explicativas

Montar exposiciones en centros comerciales, sedes sociales, museos y en general centros culturales, especialmente la casa de la cultura de cada municipio.

Dichas exposiciones deben ser muy gráficas, con muestras fotográficas y videos, explicando los alcances de los programas de gestión integral de residuos sólidos y de los programas de recuperación/reciclaje.

Participación de las autoridades locales

Para llegar a los clubes deportivos, juntas de vecinos, centros de madres, hogares de niños y otras organizaciones sociales de las distintas comunas, se hace necesaria la participación de

autoridades locales, a través de un consejo asesor o un grupo de trabajo específico para proveer un marco organizacional para instruir y hacer participar a la ciudadanía agrupada.

El grupo comunitario puede identificar las inquietudes públicas y asistir a los encargados de tomar decisiones en la integración de soluciones en un plan para la gestión de los desechos sólidos y un futuro plan de reciclaje.

Se sugiere que dentro de las autoridades locales que participen deben estar los máximos representantes de las unidades de Aseo y Ornato, Medioambiente, Cultura, Educación y Servicio de Salud, entre otros.

Charlas y exposiciones en escuelas y colegios

Las charlas y exposiciones están orientadas a educar y sensibilizar a niños y jóvenes, según objetivos descritos en párrafos anteriores.

Se deberán formar monitores y líderes dentro de los profesores y alumnos, de manera que participen en las charlas y exposiciones y las mantengan en el tiempo.

Para el desarrollo de las charlas se propone distribuir entre las distintas escuelas y colegios de un video explicativo y demostrativo del manejo de residuos sólidos además de distribuir boletines informativos-educativos.

Las exposiciones y muestras escolares deberán contar con la participación de profesores y alumnos. Se propone la realización de distintos proyectos por parte de los alumnos relativos al tema de manejo integral de basuras y recuperación/reciclaje. Se puede aprovechar trabajos de asignaturas tales como Artes Plásticas, Artes Manuales, Ciencias Naturales, Biología, etc.

Las exposiciones se montarán en paneles móviles, verticales y horizontales, usando material gráfico y material volumétrico. Se exhibirán los mejores trabajos presentados.

Concurso de afiches

Se propone la creación de un concurso de afiches a nivel de educación básica, media y universitaria exclusivamente dedicado al tema de recuperación en origen y reciclaje de materiales de desechos.

Los afiches ganadores serán los que servirán de base para el lanzamiento de la campaña de recuperación/reciclaje. Los alumnos ganadores deberán tener un premio y existirán menciones honoríficas.

8.3. Costos y financiamiento de los programas

Los programas de educación y participación del público para la gestión de los desechos sólidos municipales no deben ser necesariamente muy costosos. No obstante, se requiere de un compromiso determinado de parte de las autoridades locales respecto a fondos y tiempo necesario de personal para planificar y coordinar un programa exitoso. Este costo es pequeño cuando se consideran los beneficios que recibirá la comunidad de la participación en los programas de educación al público, que promueven una gestión integrada de los desechos sólidos: disminución de los costos de disposición, un ambiente más limpio, una vida útil mayor del relleno, así como también la perspectiva de mejores relaciones comunitarias.

A pesar que la competencia por conseguir contribuciones en dinero de la comunidad es difícil, siempre que sea posible los planificadores deben buscar ayuda en ella.

Las ideas novedosas, un planteamiento estratégico, una cantidad pequeña de dinero y una cantidad grande de aporte en servicios, pueden producir un buen resultado. Por ejemplo, el imprimir las bolsas de las basuras con un mensaje cívico, tal como el anuncio de un día de recolección de desechos domésticos voluminosos, es un servicio comunitario que frecuentemente lo proveen las tiendas o supermercados. Alguna empresa publicitaria puede tomar para sí la tarea de producir un video que muestre a los residentes cómo se produce la separación en los hogares.

Este mismo video puede ser mostrado a grupos cívicos por miembros de un grupo voluntario. Muchos clubes y organizaciones cuentan con boletines e información sobre eventos comunitarios. Muchos negocios que entregan material publicitario a sus clientes a menudo están dispuestos a anunciar eventos especiales y exhibir mensajes promocionales.

Una gran cobertura en medios de comunicación, tales como artículos en los periódicos, entrevistas radiales y anuncios en los servicios públicos, son maneras de bajo costo de comunicarse con cientos y hasta miles de miembros de la comunidad, e informar sobre la planificación de eventos especiales de recolección y metas conseguidas. A pesar que la contratación de espacios publicitarios es también un método posible, aunque bastante más costoso, la publicidad cuidadosamente diseñada y bien planificada puede bien valer su costo. En algunos casos es posible que el comercio local suscriba los costos de publicidad si se menciona debidamente este hecho.

A modo de ejemplo se incluye en el anexo 4 un proyecto piloto de Educación Ambiental para el tratamiento en origen de los RSD.

ANEXO N° 1

SELECCIÓN DE EMPLAZAMIENTO PARA RELLENO SANITARIO *(Criterios y propuesta metodológica)*

FUENTE. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
(CEPIS / de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

62
1
11
12
1

Selección de emplazamientos de rellenos sanitarios

1. Introducción

La elección del lugar de emplazamiento del relleno es un elemento determinante en todo proyecto de vertedero controlado, puesto que va a condicionar el funcionamiento y la explotación del mismo, tanto desde el punto de vista técnico como desde el ambiental e higiénico.

En la selección del emplazamiento hay que tener en cuenta, por una parte, los factores económicos, técnicos y constructivos, y por otra parte los factores ambientales.

Los factores económicos, técnicos y constructivos a tener en cuenta en la selección del emplazamiento son:

- Distancia de transporte a los núcleos de recogida de los residuos sólidos.
- Volumen útil o capacidad del vertido.
- Sistema de accesos del posible emplazamiento.
- Disponibilidad de material de cobertura y sellado.
- Existencia de infraestructuras, agua, electricidad, teléfono.
- Morfología.
- Características geotécnicas del sustrato.
- Costo del terreno.
- Presencia o ausencia de recursos minerales y rocas industriales.

Los factores ambientales a tener en cuenta están relacionados con las posibles alteraciones e impactos que el vertedero puede generar sobre diferentes elementos del medio:

- Distancia a núcleos habitados.
- Aguas subterráneas.
- Aguas superficiales.
- Clima: pluviosidad, temperaturas, vientos, evaporación, evapotranspiración.
- Suelos.
- Vegetación.
- Fauna.
- Usos del suelo
- Riesgos geológicos. inundaciones, movimiento de laderas, erosiones, sismicidad.
- Calidad del paisaje.
- Incidencia visual.
- Espacios naturales o de interés cultural y/o científico.

Es recomendable que estos estudios se lleven a cabo por grupos interdisciplinarios.

2. Consideraciones previas

Una vez nombrado los diferentes factores que influyen en la implantación de un relleno, diremos que la identificación y selección final del sitio tiene que hacerse en principio siguiendo cuatro pasos principales.

FASE 1: Proceso de clasificación del sitio (excluyendo áreas negativa).

FASE 2: Identificación de áreas para rellenos.

FASE 3: Estudio del sitio.

FASE 4: Decisión final.

Este proceso de estudio está destinado por una parte, a la captación de información y por otra, a reducir paso a paso el número de áreas y sitios potenciales.

2.1. FASE 1: Proceso de clasificación de sitios

La selección de un sitio adecuado para la ubicación de un relleno depende de varios criterios: Algunos criterios excluyen absolutamente la posibilidad de construir un relleno en un área determinada. Otros tienen que ser considerados como factores negativos cuando se evalúa la situación de un sitio. Especialmente los estudios relacionados con la hidrología, geología, geotecnia. Como factores básicos de la investigación en el proceso de selección, se deben seguir los siguientes criterios:

Los criterios excluyentes

- Áreas de protección y captación de agua potable existente o prevista.
- Áreas de grandes inundaciones.
- Suelos cársticos y áreas con condiciones de suelos de alta permeabilidad que permite una rápida penetración del agua o una posible lixiviación hacia el siguiente acuífero.
- Áreas con suelo inestable, como pantanos, brezales y/o marjales.
- Áreas con morfología extrema (pendientes pronunciadas, peligro de deslaves/avalanchas, etc.).
- Áreas amenazadas por depresiones, hundimientos, excavaciones profundas.

Además de las siguientes áreas deben excluirse de futuros trabajos de planificación:

- Áreas a menos de 200 metros de zonas pobladas o a distancias reguladas por cada país.
- Áreas a menos de 2-5 Km. de un aeropuerto. (sujeta a regulaciones en los países e internacionalmente)
- Parques nacionales, áreas de protección de la naturaleza y monumentos naturales; áreas con importantes cantidades de flora y fauna.
- Sitios o patrimonios históricos, religioso o cultural.

Evidentemente existen otros criterios que pueden conducir a una exclusión de un área, especialmente en relación con impactos inaceptables sobre el agua subterránea o superficial y especialmente con zonas de captación de aguas. Por lo tanto se necesita, un conocimiento global del régimen de aguas subterráneas, incluyendo la siguiente información detallada:

- Régimen de aguas subterráneas, dirección de la corriente, gradiente y velocidad del flujo, incluyendo fluctuaciones de largo plazo y estacionales.
- Permeabilidad (horizontal y vertical) o transmisibilidad de los estratos aflorados, con sus valores máximos y mínimos.
- Distribución espesor y profundidad de los acuíferos, incluyendo la ubicación de cualquier manantial.
- Niveles de aguas subterráneas, indicando gradientes hidráulicas y velocidad efectiva del flujo en los componentes de los estratos individuales, si procede.
- Composición química del agua subterránea, incluyendo determinación de sustancias agresivas y calidad de la misma.
- Posible contaminación anterior del subsuelo y del agua subterránea.
- Influencia de la reducción de la capa freática corto y largo plazo, restablecimiento y extracción o aumento de agua subterránea en el futuro.
- Precipitaciones efectivas, escurrimiento superficiales, velocidad de filtración, evaporación y recarga de agua subterránea.

La mayor parte de esta información puede obtenerse mediante un estudio de gabinete que incluye una recopilación de toda la información disponible en archivos, mapas geológicos y topográficos, datos meteorológicos, fotografías aéreas.

También debe revisarse la configuración y uso anterior del suelo, los datos relacionados con el abastecimiento y distribución de agua y el análisis de los datos obtenidos de pozos de sondeo.

Además de los mapas geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos y los mapas de depósitos de minerales, también pueden producir información valiosa, sobre el subsuelo publicaciones locales y regionales.

2.2. FASE 2: Identificación de áreas

En esta fase realizaremos una verificación de las áreas posibles desprendidas de la fase 1. Se debe de realizar una lista de verificación, esta lista puede ser utilizada en el campo y debe ayudar al investigador a obtener una visión rápida de la situación general del sitio. Normalmente el investigador debe ser capaz de (después de una visita al área) hacer una primera evaluación del lugar; si existen condiciones favorables o menos favorables para la construcción del vertedero, o si no hay ningún impacto ambiental importante (=indiferente) sobre los parámetros respectivos, que después tienen que ser considerados como un dato más o menos positivo.

Al final de la visita de campo, el investigador debe estar en la capacidad de hacer una (pre)evaluación. Debe poder decidir si necesita estudios adicionales o si el sitio parece inadecuado para la ubicación del vertedero.

La lista de verificación para clasificar el sitio centra su atención en seis grupos de datos y parámetros principales:

- datos generales, es decir, volumen, circuitos de tráfico, distancias desde la fuente de desechos principal, situación morfológica general.
- Hidrogeología y manejo de aguas.
- Aspectos geotécnicos y de construcción.
- Aspectos meteorológicos.
- Protección de la naturaleza y uso del suelo.

Algunos ejemplos donde la ubicación de un vertedero es complicada son :

- Existencia de manantiales o pozos de agua potable a corta distancia.
- Acceso extremadamente malo, o bien que atraviesan zonas de densidad de población elevadas.
- Grandes diferencias de altitud entre el área de recolección de desechos y el sitio seleccionado.
- Una actividad agrícola muy intensa, especialmente granjas de pequeña escala.
- Peligro de movimiento y deslizamiento de tierras, con taludes muy inclinados.

En la mayoría de los casos, una combinación variada de factores negativos puede llevar a la exclusión de varios sitios que ya no serán investigados.

Se debe realizar una hoja de evaluación que debe ir acompañada del informe técnico ("comentarios"), es decir, una explicación de la decisión de la evaluación del sitio.

2.3. FASE 3: Estudio de sitios

Después de realizar una evaluación comparativas de los sitios seleccionados, un cierto número de estos (preferentemente entre 2 y 5) deben quedar como favorables para realizar los estudios más profundos.

En aquellos sitios que pueden ser adecuados para un vertedero, se deben hacer estudios especiales, como por ejemplo:

- Programas de explotación del subsuelo utilizando métodos directos o indirectos:

Los métodos indirectos son técnicas geofísicas, como métodos de prospección geoeléctrica, el uso de radares capaces de penetrar en el suelo y refracción sísmica. La selección de las técnicas geofísicas adecuadas depende del entorno geológico. Estos métodos dan una gran cantidad de datos los cuales deben ser interpretados por especialistas, y en último caso ir acompañado de métodos directos como pozos de sondeos o pruebas "in situ".

Entre los métodos directos también encontramos:

- Perforación de pozos de muestreo.
- Hoyos.
- Excavación de fosas.
- Excavaciones de trincheras.
- Ensayos de corte y de carga.

Estos métodos directos proporcionan descripciones de los estratos del suelo, formaciones rocosas así como la profundidad a la que se encuentran, deben también representar resultados de ensayos de penetración estándar y ensayos de rotura, e incluso permiten la recogida de muestras para realizar pruebas de laboratorios.

En relación con los aspectos geotécnicos e hidrogeológicos, el subsuelo de un vertedero tiene que cumplir las siguientes condiciones.

- El subsuelo o capa portante debe ser de origen natural (barrera geológica) o puede ser construida artificialmente por capas (barrera técnica) con una baja permeabilidad ($K=10^{-7}$ m / sg) y, de ser posible debe tener una alta capacidad de absorción (contenido arcilloso).
- El nivel del agua subterránea debe estar al menos un metro por debajo de la superficie portante del relleno.

Es especialmente importante que los pozos de investigación, los hoyos de prueba, las trincheras y los demás procedimientos se realicen lo más cerca posible del sitio elegido para el estudio.

Los resultados de la investigación del sitio deben ser sometidos a un análisis y evaluación global, tomando en cuenta la etapa particular de diseño y los requisitos específicos del plan de seguridad general. Esta información debe estar contenida en un informe geotécnico, que debe cubrir los siguientes aspectos:

- Descripción y representación de la estructura geológica.
- Presencia e idoneidad de estratos naturales de baja permeabilidad (espesor, continuidad horizontal, profundidad, permeabilidad, capacidad de absorción), es decir, evaluación global del subsuelo como barrera natural para el sitio.

- Régimen de aguas subterráneas y permeabilidades dentro del área que será rellenada.
- Estabilidad de los taludes naturales y artificiales.
- Capacidad de carga y deformabilidad del subsuelo.
- Fallas, asentamientos posibles del suelo, riesgo de colapso, terremotos y otras situaciones peligrosas.
- Notas sobre medidas geotécnicas necesarias para mejorarla calidad del subsuelo como barrera de seguridad natural.

Además de la inspección detallada de la situación geológica, otros aspectos no geológicos también deben ser integrados (nuevamente) en la evaluación, tales como:

- Situación local de las áreas pobladas (problemas de olores, ruido, desechos acarreados por el viento).
- Caminos de acceso u otros circuitos de tráfico, como el ferrocarril.
- Posibilidad para el tratamiento del lixiviado y el tratamiento así como el posible uso del gas.
- Impactos sobre la situación ecológica local, incluyendo el paisaje local en general.
- Impactos sobre extensiones de agua existentes.
- Influencia sobre zonas de recreo.
- Evaluación de costos y relación de costo-beneficio.

Para la evaluación final de un sitio para un relleno se necesitará una evaluación de impacto ambiental. (Ver módulo de impacto ambiental).

2.4. FASE 4: Decisión final

La última fase del proceso de clasificación comparativa de sitios es crucial antes de pasar a la etapa de diseño. Las autoridades interesadas son las que, recogida toda la información anterior, deberán decidir cual es la ubicación que recibirá la mayor prioridad y anunciará esta decisión en público.

Con el fin de evitar obstáculos insuperables con personas o grupos directamente involucrados en el proceso de decisión, la información debe de comenzar en la FASE 2, con el objetivo de mantener la mayor transparencia posible.

La elección de uno u otro sitio depende en última instancia, en gran medida de la preferencias individuales o el interés personal. Cualquier persona encargada de tomar la decisión deberá aceptar que la recomendación final es un compromiso entre factores y limitaciones socioeconómicas y ecológicas.

Evidentemente, lo más ventajoso sería que llene todas las expectativas financieras y ambientales, por lo menos se debería de tratar de encontrar un equilibrio, con el objetivo de

alcanzar un nivel que no implique ningún riesgo ambiental ni financiero, siendo descartadas opciones que presenten un claro impacto negativo en el medio ambiente o en la socioeconómica de la región.

La clasificación de sitios con modelos matemáticos, frecuentemente utilizada, para la ubicación de un vertedero controlado, no satisface el proceso de decisión imparcial requerido, no puede ser más que apoyar el procedimiento de presentación y discusión.

A continuación presentamos una ficha que puede facilitar la clasificación de un sitio.

Lista de verificación para la clasificación de un sitio

1. Datos del lugar en estudio:

Pueblo/ciudad:

Coordenadas (X,Y) del lugar elegido:

Altitud:

Mapa de localización

1. Características:

1.- Datos generales			
Distancia desde la principal fuente de desechos (<5Km/ 5-15Km/>5Km)			
Posible volumen/capacidad			
Circuitos de tráfico/caminos de acceso existentes			
Situación morfológica (p.e., planicie, ladera, valle)			
Terrenos disponibles			
Otros			
2.- Hidrogeología, Hidrología, Protección del agua			
Áreas de protección de agua potable cercana			
Áreas de captación de aguas			
Distancias hasta próxima capa freática			
Distancias hasta próxima fuente de agua superficial			
Peligro de inundaciones severas.			
Pozos existentes en cercanías			
Otros			
3.- Aspectos geotécnicos y de construcción			
Posibilidad de drenaje de agua superficial			
Drenaje del lixiviado			
Tratamiento del lixiviado			
Barrera geológica			

Lineamientos geológicos (fallas...)			
Existencia de material de cobertura (20 a 25% del volumen de desecho)			
Actividades mineras/excavaciones			
Aspectos mecánicos del suelo(asentamientos, estabilidad.)			
Otros			
4.- Meteorología			
Precipitaciones			
Condiciones atmosféricas (Dirección de vientos, corriente, etc.)			
Otros			
5.- Fuentes de emisión/contaminación existentes			
Botaderos existentes (clausurado/en operación)			
Areas industriales			
Fuentes de contaminación de aire y ruido			
6.- Emisiones por planta de tratamiento planificada			
Caminos de acceso que atraviesa asentamientos			
Calidad del camino que atraviesa el asentamiento			
Efectos de las emisiones del ruido			
Efecto de emisiones de olores			
Otros			
7.- Protección de la naturaleza y uso del suelo			
Degradación general del paisaje /exposición			
Parques nacionales/áreas de protección de la naturaleza			
Biotopos importantes			
Usos del suelo			
Zonas forestales importantes			
Zonas turísticas			
Lugares culturales			
Otros			

+	0	-
---	---	---

- + : condiciones favorables/ningún impacto.
- 0 : indiferente/ningún impacto negativo significativo.
- : condiciones no favorables/impacto negativo.

3. Criterios adicionales importantes
4. Comentarios
5. Primera evaluación del lugar estudiado
6. Investigaciones adicionales propuestas

ANEXO N° 2

CHEQUEO PARA VISITA A VERTEDERO.

FUENTE: Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ingeniería en Construcción: Chile, (1997) ILPES, Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones, (1997).

Chequeo para visita a vertedero

En la presente unidad damos las pautas necesarias para realizar un diagnóstico de un vertedero. Este diagnóstico no debe limitarse a la propia percepción que realicemos de el vertedero, sino que puede ser complementado por material gráfico (fotografías, mapas de situación, etc.) y comentarios de técnicos especialistas que puedan acompañar en las visitas al vertederos con el fin de realizar un chequeo lo más completo posible del vertedero visitado.

I. Ficha de chequeo

- Datos del visitante:

Nombre:

Profesión:

Causa de la visita:

- Datos del vertedero:

Nombre del vertedero:

Localización:

Tipo de vertedero:

Cantidad de toneladas diarias que se reciben:

Horario de Trabajo del vertedero:

II. CUESTIONARIO

El presente cuestionario constará de las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la distancia entre el centro de generación de los residuos sólidos y la disposición final? Indicar la procedencia y tipología de los residuos.
2. Al ingresar al vertedero, observe los accesos principales y secundarios. Verifique el estado en que se encuentran los accesos.
3. Verifique el sistema de control: señale que tipo de control hay para la entrada y salida del vertedero. Verificar la presencia de un técnico de operaciones del vertedero.
4. Comentar cual es la visibilidad desde diferentes puntos del exterior del vertedero.
5. Se encuentra cercado el vertedero?

6. Tiene balanza el vertedero?
7. Existe señalización de donde se encuentra el frente de trabajo?
8. Indicar los tipos de maquinaria que se encuentran en el vertedero así como su horario de trabajo. Indicar si hay instalaciones para la maquinaria.
9. Existe cobertura final de los residuos. Indicar su frecuencia. Indicar si se observan residuos sin cubrir en alguna zona del vertedero.
10. Indicar si el material de cobertura se encuentra cerca o lejos del vertido así como la clase de material utilizado.
11. Indicar el espesor aproximado de las tongadas o capas del material de cobertura.
12. Hay presencia en el vertedero de:
 13. Personas. Diferenciar las que pertenezcan al servicio y las que no
 14. Vectores sanitarios: ratas, moscas, aves.
 15. Anuales
16. Hay presencia de líquidos percolados. Indicar si estos producen olores?
17. Existe balsa de regulación o tratamientos de líquidos?
18. Se observan residuos en combustión?
19. Hay drenaje de ventilación de gases?
20. Hay combustión de gases? Indicar si existe algún sistema de recuperación del gas.
21. Hay presencia de olores en el vertedero.
22. Existe drenaje de las aguas superficiales?
23. Hay material disperso en el entorno?
24. Indicar el horario de trabajo del vertedero y si existe personal de vigilancia nocturna en el vertedero?
25. Se observa afectación de la vegetación del entorno debido al gas?
26. Hay pozos de agua en el entorno? Indicar en caso que existan si hay algún tipo de monitoreo y su frecuencia.

27. Se observan viviendas en el entorno? Indicar la distancia aproximada.
28. Hay rescate de materiales ingresados al vertedero?
29. Existen planes de monitoreo. Indicar cuales.
30. Existen controles sanitarios por las autoridades de la salud?
31. Cómo ejerce presencia el estado?
32. Existe vertedero de seguridad para residuos hospitalarios o peligrosos?
33. Hay vertedero auxiliar para emergencias climáticas?
34. Existe proyecto del relleno. Hay control del proyecto?
35. Hay proyecto de clausura o re inserción?
36. Hay controles sanitarios del personal del servicio?
37. Hay seguridad industrial del personal?
38. Hay instalaciones de para el personal del servicio, abastecimiento, saneamiento, eléctrica y telefónica?
39. Hay actuaciones especiales con los animales muertos?
40. Existen campañas de adiestramiento del personal perteneciente al servicio?
41. Existen disposiciones normativas municipales del relleno?
42. Hay impermeabilización del relleno? Indicar el tipo de material impermeabilizante y si esta impermeabilización es de fondo, lateral o ambas.
43. Existe protección de aguas subterráneas?
44. Hay en el entorno patrimonio arquitectónico, histórico o cultural?
45. Está impidiendo el vertedero el desarrollo industrial o urbanístico?
46. Hay especies protegidas en el entorno?
47. Tiene licencia ambiental el relleno?

48. La gestión del relleno es pública o privada?
49. Cual es la naturaleza jurídica del predio. Propio o arrendado?
50. Hay antecedente de explosión, deslizamiento e inundación?
51. Existe polvo en suspensión?
52. Cual es el uso del suelo donde esta ubicado?
53. Hay terrenos reservados para un posible crecimiento del relleno?
54. Existe plan de contingencia?
55. Hay visitas guiadas al vertedero?
56. Indicar la frecuencia y el tipo de camiones recolectores que entran al vertedero.
57. Hay forma de descarga manual o mecánica?
58. Existe iluminación nocturna del relleno (sólo del frente de vertido, total, ninguna, pues no opera por la noche).
59. El relleno es municipal, regional o departamental?

ANEXO N° 3

MÉTODO PARA EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD DE VERTEDEROS Y MICROVERTEDEROS

FUENTE: Marcel Szantó, Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ingeniería en Construcción; Chile (1997).

1. Índices de calidad ambiental de los vertidos

clandestinos

1.1. Generalidades

Para decidir la metodología adecuada a utilizar en el estudio de los microvertederos se han tenido en cuenta los siguientes criterios generales:

- Los valores o medidas de la calidad ambiental que se obtengan, después de aplicar la metodología, deben ser confiables en lo que al estudio de los microvertederos se refiere.
- Algunas de las metodologías utilizadas habitualmente en estudios de impacto ambiental, son convenientes sólo para evaluaciones preliminares.
- Dadas las condiciones de un microvertedero, es necesario desarrollar una evaluación que permita una rápida estratificación después del trabajo de campo.

La metodología que permite evaluar de forma adecuada la calidad ambiental de un microvertedero es la elaborada por el Dr. Ing. Marcel Szantó. Esta metodología fue diseñada para el estudio de los impactos ambientales de los rellenos sanitarios en operación o preclausura, sin embargo también se ha aplicado, con algunas modificaciones, y se han obtenido buenos resultados en estudios similares para microvertederos.

En los acápites siguientes se hará un estudio de la calidad ambiental de los microvertederos de una ciudad, enfocado a presentar soluciones al problema en cuestión.

1.2. Metodología para el estudio de la calidad ambiental de los microvertederos

Relación calidad ambiental - impacto ambiental

El concepto de Calidad Ambiental, que se relaciona con el mérito para que su esencia y estructura se conserven, nace a partir de una Evaluación de Impacto Ambiental, que es una de las herramientas técnicas más sólidas destinadas a evaluar los efectos directos y/o indirectos, que sobre el Medio Ambiente acarrear las acciones humanas.

Aplicabilidad de la Calidad Ambiental a Microvertederos.

En términos generales, la aplicabilidad de la Calidad Ambiental a vertederos y microvertederos, es a través de metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental, las que apuntan a una cuantificación de la calidad ambiental, cuando se da la presencia de efectos forzados por situaciones caracterizadas por:

Carencia de sincronización entre el crecimiento de la población y el crecimiento de la infraestructura necesaria para la disposición de Residuos Sólidos Industriales provenientes de empresas y entidades productoras de estos residuos.

Demanda creciente de espacios y servicios, como consecuencia de la movilidad de empresas productoras de residuos y su creciente desarrollo.

Degradación progresiva del medio natural, con incidencia en la contaminación y mala gestión de los recursos atmosféricos, hidráulicos, edafológicos y paisajísticos.

Ruptura del equilibrio biológico y de las cadenas eutróficas, como consecuencia de la destrucción de diversas especies vegetales y animales, con perturbaciones imputables a residuos urbanos e industriales descargados incontroladamente en sitios no aptos.

1.3. Tipología de los impactos.

La metodología considerada para evaluar la calidad ambiental de los vertidos clandestinos toma en consideración los siguientes tipos de impacto:

- Variación de la Calidad Ambiental (positivo, negativo).
- Intensidad de Impacto (grado de destrucción).
- Extensión del Impacto (puntual, parcial).
- Momento en el que se manifiesta (latente, inmediato).
- Persistencia (temporal, fugaz).
- Capacidad de recuperación (irrecuperable, irreversible, recuperable, mitigable, etc.).
- Relación causa/efecto (impacto directo, indirecto, secundario).

1.4. Proposición metodológica para realizar el estudio de la calidad ambiental de un microvertedero de residuos sólidos

urbanos.

Esta metodología fue desarrollada en el año 1984 y aplicada a vertederos controlados e incontrolados de residuos domiciliarios e industriales. Posteriormente, en el año 1989, fue aplicada en el Plan Director de Residuos Sólidos de Cantabria (España), en virtud de un convenio celebrado entre la Diputación Regional de Cantabria y la Universidad de Cantabria. Dicha aplicación abarcó a 69 vertederos incontrolados, tanto de residuos domiciliarios como industriales.

Actualmente, el método está propuesto para ser aplicado en el programa de Gestión de RSU de Cantabria (España). Por su parte, en Chile fue aplicado en un estudio de microvertederos que abarcó las provincias de San Felipe y Los Andes.

Esta metodología también ha sido aplicada en el Estudio y Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la Ciudades de Valparaíso, Viña del Mar y Arica de Chile, encargado por el Programa de Preinversión del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Ministerio de Cooperación y Planificación de Chile (MIDEPLAN).

Con la implementación de este método se ha logrado una clasificación y estratificación de los diferentes casos analizados en cada proyecto, lo que ha permitido detectar la gravedad de cada situación, de manera de establecer un plan de acción para corregir, sellar y reinsertar a su medio natural el área dañada.

1.5. Metodología aplicada

Se entiende por Parámetros ambientales, los diversos componentes del Medio Ambiente afectados, entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta.

Los factores a ser considerados en este caso, son aquellos susceptibles de ser modificados por la acción de verter residuos en forma incontrolada, que dan origen a los denominados microvertederos. Estas modificaciones en algunos casos pasan a ser graves y ocasionan serios problemas, generalmente difíciles de valorar y que suelen tener repercusión a mediano o largo plazo. En otros casos, el problema es de fácil solución o mitigación, a través de la implementación de medidas correctoras.

Los factores considerados para este estudio son los llamados primarios o directos, que son los factores físicos e incluso biofísicos en que impacta un microvertedero. A partir de estos, se puede desencadenar una serie de factores secundarios, que son los correspondientes a los problemas socioculturales, políticos y económicos que son inducidos por los primarios, los cuales no son de competencia del presente estudio. La evaluación de los microvertederos de la ciudad de Arica se ha efectuado considerando 20 parámetros de campo y de operación, a cada uno de los cuales se le asigna un número de calidad ambiental que va entre 0 y 15. En la tabla siguiente se entregan las ponderaciones consideradas para cada uno de los parámetros de campo considerados.

Parámetros de campo:

N°	PARÁMETROS	CONDICIONES	VALOR
----	------------	-------------	-------

		Limitado (cercado, cerrado)	0
1	- Colocación de residuos	Parcialmente limitado	2
		No limitado	4
		Satisfactoria	0
2	- Compactación	Limitada o deficiente	1
		Sin compactación	3
		15 cm. en lechos triturados diariamente (apisonados)	0
3	- Cobertura periódica	Delgados diariamente	3
		Mensualmente (excepto invierno)	6
		Sem anual	10
4	- Cobertura final	No cubierto	15
		0,6 m o más	0
		Menos de 0,6 m	6
5	- Superficie terminada	Nada	12
		Labrada o sembrada	0
		Con presencia de vegetación	4
6	- Presencia de materiales livianos	Estéril o erosionable	9
		Ninguna	0
		Controlada	1
7	- Destrucción de objetos voluminosos	Parcialmente controlada	3
		Incontrolada	6
		No cubiertos (para sitios sin control)	15
8	- Incineración	Destruídos	0
		Pequeños conjuntos no cubiertos	3
		Grandes conjuntos no cubiertos	6
9	- Vectores y animales	Ninguna	0
		Controlada (con manejo de instalaciones)	2
		Incineración libre, mensual o menos (ocasional no frecuente)	4
10	- Residuos tóxicos y peligrosos	Incineración libre durante meses (frecuentemente)	6
		Ninguno	0
		Algunos insectos y pájaros	3
11	- Aguas subterráneas	Insectos, pájaros, roedores y mamíferos	6
		No existen residuos tóxicos ni peligrosos en el sitio	0
		Cubiertos con suelo impermeable	3
12	- Aguas superficiales	Cubiertos con suelo permeable	6
		No cubiertos	9
		Residuos ubicados lejos de aguas subterráneas	0
13	- Drenajes	Residuos ubicados cerca de aguas subterráneas (5 m.)	5
		Residuos en contacto con aguas subterráneas	9
		No existen en las cercanías	0
14	- Polvo	Residuos cercanos a las aguas superficiales	3
		Residuos en contacto con las aguas superficiales	6
		Buen drenaje	0
15	- Visibilidad del lugar	Algún encharcamiento	5
		Sin drenaje	9
		Sin polvo	0
16	- Acceso al lugar	Algo de polvo (no mucho), parcialmente controlado	2
		Mucho polvo	4
		No visible (apantallado)	0
17	- Sector aislado	Visible a corta distancia	3
		Visible a gran distancia	6
		Sector aislado	0
18	- Poblados esparcidos, granjas o sitios industriales	Poblados esparcidos, granjas o sitios industriales	2
		Sectores semi urbanos de la periferia	4

		Residencial, urbano consolidado	6
		Remotos	0
17	- Ruidos locales	Ruidos molestos a corta distancia	3
		Ruidos molestos a gran distancia	6
18	- Tipos de suelo del emplazamiento	Estériles	0
		Ganaderos o forestales	4
		Agrícolas de baja productividad	8
		Agrícolas de alta productividad (o urbanos consolidados)	12
19	- Organización administrativa	Con buena planificación	0
		Con alguna planificación y organización	6
		Sin planificación	12
20	- Imprevistos	Previsión por averías, fuego, viento, etc.	0
		Parcialmente provisto o equipado	3
		Imprevisto (sin equipamiento ni instalaciones)	6

El número máximo indica la peor situación de impacto. El número asignado a cada factor es la parte más subjetiva del análisis, a pesar de que -para su formulación- han sido considerados análisis y evaluaciones basados en las experiencias adquiridas con este tipo de evaluación.

2. Ejemplo de los índices de calidad ambiental de los vertidos clandestinos de una ciudad

2.1. Criterios generales

El objetivo principal de diagnóstico de la situación ambiental de los microvertederos de una ciudad debe ser el de jerarquizar los microvertederos en función de la calidad ambiental que se registra de acuerdo a la metodología señalada. La finalidad de esta jerarquización ha sido definir con un listado prioritario de lugares críticos sobre los cuales se hace necesario tomar medidas de remediación.

La evaluación se lleva a efecto de acuerdo a la metodología presentada en el anexo, y se debe adecuar para cada ciudad. La metodología consta de dos etapas fundamentales de trabajo.

La primera etapa de terreno, que ha sido descrita en páginas anteriores, consiste en completar una ficha de caracterización que recoge todos los antecedentes identificatorios y descriptivos del área en estudio.

La segunda etapa consiste en la aplicación de la encuesta de Campo. La encuesta de campo tiene por objetivo evaluar la calidad ambiental de seis parámetros ambientales relevantes a través de preguntas (factores de campo) que intentan poner en evidencia el impacto de un determinado microvertedero sobre el medio. Los seis parámetros a evaluar son:

- Calidad del Agua.
- Calidad del Aire.
- Uso de la tierra.

- Estética.
- Ruido.
- Bienestar de la comunidad.

Las distintas preguntas de la encuesta abordan tanto la aptitud de un lugar en cuanto a la localización geográfica e hidrogeológica como a la operación del microvertedero o vertedero. Las respuestas son evaluadas a través de las alternativas nombradas en la tabla anterior, que otorgan puntajes entre 0 y 15, siendo el puntaje máximo el que indica la peor situación. Existen dos mecanismos para efectuar la evaluación, a través de la observación directa en terreno y/o a través de consultas a la comunidad o técnicos municipales.

Los factores de campo considerados son los siguientes:

- **Lugar de colocación de los residuos:** se evalúa por observación directa en el área detectada.
- **Compactación:** el objetivo es evaluar por observación directa la calidad del proceso de compactación, realizado sobre los residuos depositados en el lugar.
- **Cobertura periódica de los residuos:** se refiere al espesor y frecuencia con que se ha cubierto los residuos.
- **Cobertura final:** evalúa el espesor con el que se ha cubierto el vertedero para controlar el vertido.
- **Superficie terminada:** recoge los antecedentes sobre las características finales con los que ha sido sellado el vertedero.
- **Dispersión de la fracción liviana:** evalúa por observación directa el control sobre los objetos livianos.
- **Destrucción de objetos voluminosos:** evalúa por observación directa la presencia y tratamiento de los residuos de gran tamaño que son depositados en el microvertedero o vertedero.
- **Incineración y/o quemas en el sitio:** evalúa por observación directa la quema de residuos.
- **Vectores:** permite registrar la existencia de vectores mecánicos, que crean problemas sanitarios.

- **Materiales peligrosos:** evalúa la presencia de residuos peligrosos o tóxicos en el vertedero o microvertedero.
- **Aguas subterráneas:** evalúa la distancia existente entre los residuos depositados y las napas friáticas que se pueden insinuar en el área.
- **Aguas superficiales:** permite la evaluación por simple observación del potencial de contaminación, al entrar en contacto los residuos y aguas superficiales como ríos ésteros lagos etc.
- **Drenaje:** se refiere al drenaje que tiene la cubierta superficial del microvertedero.
- **Polvo:** se refiere al sólido en suspensión producto de la actividad del microvertedero.
- **Visibilidad del lugar:** evalúa el impacto visual de la localización del vertedero o microvertedero en relación a su entorno.
- **Entorno:** se refiere a las condiciones de localización del entorno.
- **Ruidos locales:** evalúa el impacto por ruido por actividad del microvertedero o vertedero, en el entorno inmediato.
- **Tipo de suelo utilizado:** se refiere al tipo de tierra utilizada y que es ocupada por el microvertedero
- **Organización administrativa:** evalúa la condiciones de operación y la previsión adoptada por la autoridad competente.
- **Imprevistos:** permite evaluar las condiciones de seguridad del vertedero.

La aplicación de la encuesta requiere de un evaluador con cierta experiencia en terreno que le permita apreciar las características del paisaje que insinúen alteraciones o daños ocasionados al medio por la existencia del microvertedero.

2.2. Determinación de la calidad ambiental de los microvertederos

En esta etapa se trabaja con las respuestas obtenidas en la encuesta de campo, asociándose los puntajes correspondientes a cada respuesta. De esta forma se obtiene la matriz de parámetros de campo. Esta matriz se multiplica por la matriz de contribuciones proporcionales que se aprecia a continuación y que corresponde a la matriz base donde se registra el *peso* de cada parámetro de campo (pregunta de la encuesta) sobre los factores de calidad ambiental, aire, agua, estética, ruido, uso del suelo, y bienestar de la población.

La matriz resultante de esta multiplicación se denomina Matriz de Calidad Ambiental y señala para cada factor de calidad ambiental, el índice asociado al vertedero evaluado.

Matriz de contribuciones proporcionales

FACTOR	N° CAMPO	CALIDAD	CALIDAD	USO DE	ESTÉTICA	RUIDO	BIENESTAR (SALUD)
		del AIRE	del AGUA	la TIERRA			
COLOCACION DE RESIDUOS		0	0	0.7	0.3	0	0
COMPACTACION		0	0	1	0	0	0
COBERTURA PERIODICA		0.3	0.3	0	0.4	0	0
COBERTURA FINAL		0	0	0.8	0.2	0	0
SUPERFICIE TERMINADA		0	0.2	0.4	0.4	0	0
PRES. MATERIALES LIVIANOS		0	0	0	1	0	0
DEST. OBJET VOLUMINOSOS		0	0	0.4	0.6	0	0
INCINERACION O QUEMAS		1	0	0	0	0	0
VECTORES		0	0	0	0	0	1
RES. TOXICOS Y PELIGROSOS		0.1	0.5	0.4	0	0	0
AGUAS SUBTERRANEAS		0	1	0	0	0	0
AGUAS SUPERFICIALES		0	0.8	0	0.2	0	0
DRENAJE		0.2	0.6	0.2	0	0	0
POLVO		0.6	0	0	0.4	0	0
VISIBILIDAD DEL LUGAR		0	0	0	1	0	0
ACCESOS AL LUGAR		0	0	0	1	0	0
RUIDOS LOCALES		0	0	0	0	1	0
TIPO DE TIERRA UTILIZADA		0	0	0.6	0.4	0	0
ORGAN. ADMINISTRATIVA		0	0	1	0	0	0
IMPREVISTOS		0.3	0.3	0	0.3	0	0.1

A continuación el índice global de calidad ambiental se obtiene sumando todos los índices parciales de las seis columnas de factores ambientales.

Luego se analizaron y compararon los diferentes índices de calidad ambiental obtenido para cada vertedero. Para llevar a cabo la comparación se establecen cuatro rangos de impacto sobre el medio:

- Bajo
- Medio
- Alto

- Muy alto

La amplitud del rango se calcula de la siguiente forma:

$$\underline{\underline{AR = \frac{(VMA - VMI)}{4}}}$$

Donde:

AR = amplitud del rango

VMA = Valor máximo del puntaje registrado en la muestra de microvertederos

VMI = Valor mínimo del puntaje registrado en la muestra

El denominador 4 corresponde al numero de rango establecidos. (Bajo, Medio, Alto, Muy alto)

Conociendo el valor de la amplitud del rango es posible cuantificar los valores de los diferentes rangos de impacto definidos:

- Rango Bajo = Intervalo entre VMI y X_1

$$\underline{\underline{X_1 = VMI + Amplitud}}$$

- Rango Medio = Intervalo entre X_1 y X_2

$$\underline{\underline{X_2 = X_1 + Amplitud}}$$

- Rango Alto = Intervalo entre X_2 y X_3

$$\underline{\underline{X_3 = X_2 + Amplitud}}$$

- Rango Muy Alto = Intervalo entre X_3 y VMA

De esta forma, luego de desarrollar las matrices se determinan los rangos para cada factor ambiental. En la tabla siguiente se aprecian los resultados obtenidos para cada uno de los factores ambientales considerados.

Factor Ambiental	Rango Bajo	Rango Medio	Rango Alto	Rango Muy alto
Calidad del aire	1,80 - 4,23	4,23 - 6,65	6,65 - 9,08	9,08 - 11,50
Calidad del agua	2,60 - 7,93	7,93 - 13,25	13,25 - 18,58	18,58 - 23,90
Uso de la tierra	15,40 - 19,70	19,70 - 24,00	24,00 - 28,30	28,30 - 32,60
Estética	9,10 - 17,13	17,13 - 25,15	25,15 - 33,18	33,18 - 41,20
Ruidos	0,00 - 0,00	0,00 - 0,00	0,00 - 0,00	0,00 - 0,00
Bienestar	0,60 - 2,10	2,10 - 3,60	3,60 - 5,10	5,10 - 6,60
Total	34,00 - 49,00	49,00 - 64,00	64,00 - 79,00	79,00 - 94,00

En las dos tablas que se presentan a continuación se pueden observar los resultados de las evaluaciones efectuadas para dos microvertederos de una ciudad en particular, considerando todos los parámetros ambientales y la afectación por cada factor ambiental.

MICROVERTEDERO N° 1		
FACTOR AMBIENTAL	VALOR OBSERVADO	RANGO DE CALIFICACIÓN
CALIDAD DEL AIRE	7,5	ALTO
CALIDAD DEL AGUA	10,5	MEDIO
USO DE LA TIERRA	32,2	ALTO
ESTÉTICA	27,2	ALTO
RUIDOS	0	-
BIENESTAR	0,6	BAJO
TOTAL	78	ALTO

MICROVERTEDERO N° 2		
FACTOR AMBIENTAL	VALOR OBSERVADO	RANGO DE CALIFICACIÓN
CALIDAD DEL AIRE	8,3	ALTO
CALIDAD DEL AGUA	7,1	MEDIO
USO DE LA TIERRA	26,2	ALTO
ESTÉTICA	20,8	MEDIO
RUIDOS	0	---
BIENESTAR	0,6	BAJO
TOTAL	63	MEDIO

2.3. Evaluación de los resultados obtenidos

A continuación se deben presentar los resultados finales de la cuantificación de los índices de calidad ambiental de los microvertederos detectados de una ciudad. Según los resultados obtenidos, tal como se explicó anteriormente, cada microvertedero, según el índice de calidad ambiental que afecte, recibe la valoración de muy alto, alto, medio y bajo.

De acuerdo a esta valoración obtenida para los distintos microvertederos, se deben aplicar las medidas correctoras que se requieran, de acuerdo al factor de calidad ambiental que se este afectando. Esto puede significar la aplicación de una recomendación específica o también la introducción de diferentes medidas correctoras.

La calificación de muy alto, requiere de una actuación inmediata, ya que es posible que la afección al ambiente sea en este instante muy costosa de revertir. Esta actuación implica una nueva revisión de los factores ambientales señalando en forma cualitativa la afectación, para permitir el control, corrección, reinsección y monitoreo posterior de cada área afectada.

La calificación de Alto, requiere igualmente de una actuación inmediata ya que en el corto plazo es posible llegar a situaciones de afección al medio o al factor ambiental involucrado que podrían ser muy costosas de corregir. En este caso requiere las indicaciones generales que permitan el control y reinserción del área dañada.

La calificación de medio, señala que en el mediano plazo, la afección al ambiente o al factor ambiental, que está causando el microvertedero, podría llegar a niveles de mayor riesgo.

La calificación de bajo, indica que el microvertedero no provoca una situación de grave afección a un factor o factores ambientales, sin embargo requiere una atención secundaria y en el mediano plazo.

En resumen atendiendo a las valoraciones asignadas para cada microvertedero se podrá priorizar, de acuerdo a los factores ambientales el saneamiento de los distintos puntos de vertido clandestino que se han identificado en la ciudad de Arica.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad ambiental de los microvertederos de una ciudad, que se han presentado en las tablas de páginas anteriores, a continuación se deben detallar de manera resumida.

Evaluación Global: según la caracterización global, donde se consideran todos los factores ambientales, se observa que los microvertederos:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

Calidad del Aire: según los resultados obtenidos, se puede observar que los microvertederos que más afectan a este factor de calidad ambiental son:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

Calidad del Agua: según los resultados obtenidos, se puede observar que los microvertederos que más afectan a este factor ambiental son:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

Uso de La Tierra: según los resultados obtenidos, se observa que los microvertederos que más afectan al medio son:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

Estética: según los resultados obtenidos, se puede observar que los microvertederos que más afectan a este factor ambiental son:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

Bienestar: Según los resultados obtenidos, se puede observar que los microvertederos que más afectan a este factor ambiental son:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

ANEXO N° 4

PROYECTO PILOTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

FUENTE: MIDEPLAN, Diagnóstico y plan de manejo de Residuos Sólidos para Arica, (1997 / Chile).

Proyecto piloto de educación ambiental para el tratamiento en origen de los R.S.U. domiciliarios

1. Introducción

En la resolución 44/228, sección G, párrafo 12 de la Agenda 21, la Asamblea General de N.U. señala que “la gestión ambientalmente adecuada de los residuos está entre los asuntos ambientales más relevantes para el mantenimiento de la calidad del medio terrestre y especialmente para la búsqueda de un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible en todos los países”.

Se recomienda, a su vez, entender el concepto de *gestión ambientalmente adecuada de residuos* como un concepto que va más allá de la disposición segura o de la recuperación de los residuos generados. “Se requiere ir a la raíz del problema, buscando cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo. Esto implica la aplicación de un concepto de *gestión integral* del ciclo de vida del producto, única forma de reconciliar el desarrollo con la protección ambiental”¹⁷ /.

En esta perspectiva, se identifican cuatro áreas de programas relativos a la gestión de los residuos:

- minimización de residuos;
- maximización del re-uso y del reciclaje ambientalmente adecuados de los residuos;
- promoción de la disposición y tratamiento ambientalmente adecuado de los residuos;
- extensión de la cobertura del servicio (colecta, gestión, tratamiento, etc.) de los residuos.

Primero se aborda la minimización de residuos en la fuente, que implica cambiar “los estilos de vida y los patrones de producción y consumo”¹⁸ / luego, la reutilización y el reciclaje, que son formas de minimizar el flujo final de residuos que debe ser tratado y depositado como carga inútil y eventualmente contaminante. En un tercer paso se aborda el tratamiento y depósito del *flujo restante* de residuos. Este orden busca también indicar los acentos de una política integral de residuos¹⁹ /.

El reconocimiento que realizan, los organismos y personas expertas en el tema, de que en los países de la región existe una precaria política de gestión de residuos, ha llevado a que se ponga énfasis en la promoción de las dos últimas áreas programáticas, como paso inicial significativo para resolver los graves problemas asociados a una gestión inadecuada.

¹⁷ / Arteaga, José Miguel. “Comentarios al Capítulo 21 de la Agenda 21: Asuntos relativos al manejo ambientalmente adecuado de los Residuos Sólidos y de las Aguas Servidas”. CEPAL/PNUMA, Abril 1993. Distribución restringida.

¹⁸ / Agenda 21, N.U.

¹⁹ / Arteaga, José Miguel. “Comentarios al Capítulo 21 de la Agenda 21: Asuntos relativos al manejo ambientalmente adecuado de los Residuos Sólidos y de las Aguas Servidas”. CEPAL/PNUMA, Abril 1993. Distribución restringida.

El desafío de avanzar en la implementación de una política de gestión integral de los R.S.U., exige articular distintas escalas espaciales de intervención (nacional, regional y local) y diversos actores públicos y privados.

Esta necesidad de articulación, viene demandado por los objetivos explícitos de una política como la descrita ²⁰ /, que implican decisiones y acciones complejas y plurales, puesto que involucran actuar, a la vez, respecto de dimensiones económicas, sociales y culturales.

En este contexto, la Educación Ambiental se sitúa como un componente significativo de una política de gestión de los R.S.U.

Es conocido que la condición de pobreza puede convertirse en un catalizador del deterioro ambiental. Esta relación de pobreza versus medio ambiente afecta a los sectores urbanos pues se caracteriza por la insuficiencia de ingresos y el riesgo que conlleva el uso indiscriminado de recursos naturales y la carencia de tecnologías y procedimientos adecuados que afecta la calidad de vida o hábitat del poblador

El municipio en su calidad de Administrador de Gestión y por tanto de recursos debe canalizar las necesidades de la Comuna en esta materia y los aportes estatales coordinando el trabajo conjunto de los distintos actores a nivel local, como asimismo potenciar el desarrollo de iniciativas innovadoras que respondan a las características específicas de la zona.

En las comunas urbanas -que es el caso de Arica- los problemas ambientales más urgentes son los microvertederos clandestinos que expelen malos olores y propagan plagas y pestes, la carencia de áreas verdes y el deterioro de infraestructura comunitaria entre otros. A ello hay que sumarle un componente cultural, referido a la cotidianeidad de la ciudadanía lo cual hace difícil la idea de integrar la conciencia ambiental como un valor relevante.

De hecho, el Municipio, debería por su función principal de promoción del Desarrollo Comunal, incorporar al diseño de planes de Desarrollo Local la variable ambiental integrándola necesariamente a las tradicionales áreas sociales y a la planificación municipal.

Para llevar a cabo estos objetivos, el municipio cuenta con 3 tipos de recursos que son: los ingresos propios, (FCM) los recursos delegados (Transferencias) y los recursos adicionales (Fondos Concursables).

Por otra parte la variable de participación social y la democratización de los espacios locales se han convertido en un tema relevante para las políticas de gestión comunal.

En términos globales, existe consenso en cuanto a la idea que las políticas de Desarrollo sostenidas en el principio de equidad, hacen más eficaz y sostenible en el tiempo un modelo de gestión democrática siempre y cuando éste cumpla con la finalidad de incorporar el protagonismo real del habitante de la Comuna.

²⁰ / Agenda 21, N.U.

Lo anterior implicaría favorecer un proceso efectivo de cooperación en la toma de decisiones para generar capacidades específicas de las localidades impactadas por el deterioro ambiental.

Es así que la participación social se transforma de modo creciente en la palanca para el Desarrollo y la superación de la pobreza, potenciando las organizaciones sociales de los vecinos que incluyan en sus objetivos permanentes la protección del medio ambiente y el mejoramiento de las condiciones de su hábitat natural.

La articulación del capital físico y social local permitirá implementar acciones más eficaces y eficientes para la gestión de los residuos, en la perspectiva de construir un desarrollo sostenible ambientalmente.

De acuerdo a los antecedentes recogidos y analizados por el Equipo Consultor, en el contexto del estudio, se logró ir perfilando el contenido de la demanda al Equipo de Educación Ambiental, que decía relación con el enfrentamiento de tres situaciones-problemas ligadas al manejo de residuos sólidos, respecto de los cuales la conducta del habitante de Arica, tenía un protagonismo importante:

- El déficit en el manejo de los residuos sólidos urbanos originados en el uso y aprovechamiento de los espacios públicos de la ciudad (y la consecuente dispersión de residuos sólidos en las playas, arterias, plazas u otros espacios de uso público).
- El déficit en el manejo de los R.S.U. domiciliarios (y la consecuente generación de micro-vertederos en espacios públicos: por ejemplo, en el lecho del Río San José y la Población Los Laureles en menor grado).
- Una tercera situación, que no se explicitaba con tanta claridad, decía relación con el déficit en el manejo de los escombros (y la consecuente generación de micro-vertederos de escombros en espacios públicos y privados).

Estas tres situaciones-problemas, que involucran a poblaciones-objetivos y espacios locales diversos, exigen a los elaboradores del proyecto piloto de E.A. relevar en sus definiciones, temas tales como la intensidad y el contenedor espacial de la intervención educativa a proponer.

Una primera distinción conceptual respecto de la población-objetivo del proyecto piloto de E.A., dice relación con la permanencia en el territorio de la ciudad, distinguiremos así, a un habitante transitorio y un habitante permanente.

- *habitante transitorio*, entenderemos a aquel que hace uso y aprovechamiento del espacio de la ciudad (en especial del espacio público) en forma transitoria, como es el caso de los turistas estacionales (que hacen uso y aprovechamiento de los espacios destinados a esparcimiento y recreación: las playas especialmente) y los habitantes de países limítrofes, que hacen uso y aprovechamiento del espacio público en función de la implementación de sus actividades comerciales y/o de consumo.

- **habitante permanente**, entenderemos a aquel habitante cotidiano de la ciudad, que hace uso y aprovechamiento del espacio de manera permanente. La intensidad del uso del espacio comunal se corresponderá con las características de la actividad cotidiana de cada uno de sus habitantes (será distinto por ejemplo el uso que hace del espacio de la ciudad el Jefe de Hogar que debe salir de su hogar y de su barrio para concurrir a su fuente laboral, al que hace la dueña de casa y el anciano, cuya actividad cotidiana está centrada en su vivienda y su barrio. Así como será distinto el uso y aprovechamiento que se haga de las playas en los meses de verano, respecto de los meses correspondientes a las otras estaciones).

Un proceso educativo orientado a los habitantes transitorios, dada la característica de su relación temporero-espacial con la ciudad de Arica, debería orientarse al flujo de información respecto del manejo adecuado de los R.S.U. originados en el uso y aprovechamiento del espacio público y a la producción de oportunidades para implementar las orientaciones comunicacionales propuestas. Como factor complementario podría utilizarse la coerción.

En cuanto a los habitantes permanentes de la ciudad, se propone una intervención educativa de mayor intensidad, orientado al cambio de actitudes y conductas para crear conciencia y cultura ambiental frente al manejo de los R.S.U. de producción pública y domiciliaria.

En la línea de acción antes descrita, se trata de potenciar al máximo la acción cooperativa y colaborativa entre los distintos estamentos que podrían cumplir un rol en el proceso educativo medio-ambiental.

La idea guía del quehacer educativo es hacer cómplice en la gestión local de los R.S.U. domiciliarios y públicos, a los Organismos Públicos Locales (Municipalidad, Servicio de Salud y CONAMA I Región) y a los habitantes permanentes y transitorios de la ciudad.

Sintetizando, los factores que se consideraron en el diseño del proyecto piloto de Educación Ambiental fueron:

- La responsabilidad protagónica, de implementar el Proyecto de Educación Ambiental (P.E.A.), de los Actores Públicos Locales (Municipio de Arica, CONAMA I Región, Servicio de Salud).
- La diversidad, en el tiempo y carácter de la permanencia en el territorio de la ciudad, de la población objetivo del P.E.A. (distinguiendo básicamente entre población permanente y población de tránsito).
- Falta de una rutina de recolección más coherente con los hábitos de la vida cotidiana de los usuarios del servicio de aseo.
- Características espaciales de las vías de acceso que impide un tránsito expedito a las viviendas para extraer los RSU desde cada una de ellas por parte del Equipo de Recolección (Camiones y personal de aseo).

- Diversidad en las características de los residuos sólidos, dependiendo de la característica de la población-objetivo del P.E.A.
- Hábitos de los pobladores de las localidades pobres, que se limitan a sacar las bolsas con R.S.U. domiciliarios sólo hasta la puerta de sus viviendas.
- Hábitos de los pobladores de arrojar los RSU no retirados por el servicio recolector a espacios de uso público: sitios enrazos y ribera del Río San José (dando origen a microvertederos).
- El sentido individual y no colectivo que las personas le asignan al manejo en origen de los RSU.
- La escasa relación que los pobladores establecen entre la presencia de microvertederos con su calidad de vida.

2. Diseño metodológico proyecto piloto de educación ambiental

2.1 Criterios básicos

2.1.1. Principio de actitud positiva para la cooperación

La sustentabilidad de cualquier intervención educativa en la ciudad, que promueva cambios en los hábitos de manejo en origen de los R.S.U. identificados como deficitarios, pasa por lograr de parte de los habitantes permanentes, y de su población flotante, un *compromiso*, que haga posible que dicha intervención encuentre un terreno fértil en ésta.

Permitiendo de esta manera, que los planes y programas de gestión local en origen de los R.S.U. que se pongan en práctica, encuentren como contrapartida una actitud positiva de parte de los habitantes. Y, que dicha actitud tenga más posibilidades de materializarse en conductas coherentes

▪ Un problema público y privado

Sin lugar a dudas, el tema de la gestión de los R.S.U. domiciliarios, el depósito de los escombros en sitios enrazos (públicos y privados), la limpieza de calles y de muros, no es sólo un problema municipal, así como tampoco es un problema que sólo atañe a cada persona-familia en particular.

Por sus características, es un tema a la vez público y privado. Debiendo involucrar en su gestión, a toda la ciudad y sus instituciones, organizaciones sociales y habitantes. De modo de promover un actuar colectivo que comparta y asuma los valores de *limpieza* y principalmente, los valores estéticos de *armonía* y *orden*, los cuales contribuirían ciertamente al mejoramiento de la calidad del medio ambiente local y de la calidad de vida de sus habitantes.

2.1.3. La comunicación programada y sistémica

Una intervención completa en esta área del quehacer comunal, implica necesariamente implementar, de un modo coherente junto a las medidas de orden técnico de manejo, rutas de recolección, implementación de maquinaria adecuada y adecuación de vertederos convenientemente ubicados y con tecnología apropiada, **una intervención comunicacional sistémica que permita sensibilizar, informar y lograr cambios de conducta en la población**, teniendo en cuenta que ésta se divide en distintos segmentos y tipos de público con intereses, niveles educativos y de sensibilidad distintas, cada uno de ellos.

La gestión de esta iniciativa debe radicar en el municipio en conjunto con el servicio de salud y CONAMA I Región, quienes coordinarán e implementarán las acciones que se proponen en este proyecto y evaluarán su impacto en los cambios de conducta que se pretende alcanzar.

2.1.4. Escala Espacial de Intervención

El proyecto piloto contempla dos niveles espaciales de intervención, uno macro-local que dice relación con la ciudad de Arica en su totalidad, y un nivel micro-local, que se refiere a la unidad espacial básica de intervención educativa (Unidad Vecinal).

Dependiendo de la escala de intervención, se distinguen fases, objetivos, metodología y productos.

• Escala Macro-Local

Se divide básicamente en cuatro etapas de desarrollo progresivo y acumulativo:

- Fase de sensibilización
- Fase de información
- Fase de educación
- Fase de monitoreo y seguimiento

2.2. Fase de sensibilización

2.2.1. Objetivo:

Esta fase pretende crear las **condiciones afectivas** para que los ariqueños que habitan en forma permanente y los habitantes de paso agudicen sus sentidos a fin de que sean capaces de percibir la situación, de una gestión en origen inadecuada de los R.S.U., como un problema real que se debe solucionar.

2.2.2. Medios de comunicación y actividades a utilizar en esta fase:

- **Concurso público para determinar un slogan** que conceptualice la idea de que Arica, como puerta de entrada a Chile, debe ser una ciudad limpia, porque de ello depende parte de la imagen que quienes visitan nuestro país se harán de él (o bien que conceptualice un sentido más allegado a los intereses locales, de sus instituciones y habitantes).
- **Objetivo.** El objetivo de esta actividad es integrar a la mayor cantidad de personas que piensen y elaboren frases que puedan ser parte de la campaña de comunicación.

Ello, en sí mismo constituye una forma de sensibilizar y también una forma de lograr que las personas se sientan participando colectivamente del problema, posicionando socialmente la preocupación por el tema.

Para realizar este concurso se propone las siguientes etapas:

- Elaboración y redacción de las bases.
- Lanzamiento del concurso mediante una conferencia de prensa y la edición de un tríptico y afiches para las paletas de publicidad urbana con las bases del concurso.
- Etapa de recepción de los trabajos.
- Reunión del jurado y definición de la frase ganadora.
- Premiación.
- **Diseño de la marca corporativa de la campaña.** Teniendo definido el concepto que se expresa en el slogan, se hace posible su materialización mediante diferentes técnicas gráficas y de construcción de imagen, el desarrollo de una marca que constituirá el símbolo de identidad de la campaña de comunicación. Esta fase debe ser desarrollada por un equipo profesional con experiencia en el desarrollo de imágenes para campañas públicas.

Este aspecto es de suma importancia ya que debe considerar variables técnicas de diseño gráfico e impacto visual adecuados. Se trata de una pieza clave y fundamental del proyecto,

por lo cual, en ningún caso puede ser encargada a personas aficionadas. El tema debe ser abordado desde la perspectiva de la comunicación corporativa y su objetivo es ser la base de un programa de identidad corporativa de la campaña de aseo (y/o turismo) en su conjunto, debiendo tener en cuenta una perspectiva sistémica del conjunto de instrumentos que se utilizarán en la campaña.

Para su desarrollo se tendrá que tener en cuenta además, criterios cromáticos consecuentes con la idea central y el diseño del logotipo (forma tipográfica especial de la frase y el nombre de la campaña).

- **Diseño de las piezas gráficas que constituirán el eje de la campaña de comunicación en la fase de sensibilización.**

- **Gigantografías:** constituida por la frase de llamado y por la marca de la campaña, esta pieza, será situada en puntos estratégicos de la ciudad (acceso, centro y perifera) y su objetivo es posicionar la campaña en la fase de sensibilización.

- **Paletas:** las paletas contendrán la marca de identidad de la campaña y también se implementará en ellas, diferentes mensajes alusivos a los R.S.U. domiciliarios, los escombros y los R.S.U. industriales, haciendo énfasis en que un adecuado manejo de ellos mejora las condiciones ambientales generales y la calidad de vida de las personas, evitando infecciones, plagas y deterioro visual del entorno.

- **Concurso de ensayos científicos para estudiantes universitarios y de Enseñanza Media acerca del manejo de los desechos urbanos:** el concurso propende a posicionar socialmente el tema creando una preocupación al interior de la familia acerca del manejo de los residuos.

- **Convocatoria:** se convocará a la comunidad de Enseñanza Media para desarrollar un ensayo científico. Dicha convocatoria estará coordinada por la Corporación de Educación de la Municipalidad y se invitará a participar en ella a todos los establecimientos educacionales del área tanto público como privado

En una segunda categoría, el concurso convocará a jóvenes universitarios a realizar un trabajo similar. En este caso, la coordinación estará a cargo de la Dirección de Extensión de la Universidad de Tarapacá y convocará tanto a los estudiantes de la propia Universidad como a las Universidades e Institutos profesionales privados.

Los ensayos podrán tener enfoques desde las ciencias del ambiente como desde las ciencias sociales y otras.

- **Selección:** un jurado compuesto por académicos y autoridades municipales seleccionará los trabajos a ser publicados.

- **Publicación:** los trabajos seleccionados serán publicados y se difundirán en todos los establecimientos educacionales de la ciudad.

- **Pintura de los camiones de aseo, uniformes del personal recolector y señalización de los receptáculos urbanos de basura:** la idea es crear un sistema cromático que destaque e individualice claramente los objetos y personal a fin de otorgarle una presencia destacada en su accionar en la ciudad identificados con el sistema visual corporativo del programa.
- **Avisos de T.V.:** edición de un spot de televisión para ser transmitido en la red regional que contendrá el llamado y la marca corporativa del programa.
- **Folleto:** se editará un folleto que principalmente posicione el programa y haga un llamado a cooperar con esta iniciativa a fin de lograr mejorar las condiciones ambientales y de calidad de vida. Este folleto se entregará durante el periodo de sensibilización, en las entradas a la ciudad y en colegios, juntas de vecinos y organizaciones sociales.

2.3. Fase de información

2.3.1. Objetivos

- Entregar información, a los diferentes tipos de habitantes-usuarios, acerca de los sistemas de recolección de R.S.U. que se implementarán. Orientando los mensajes a públicos segmentados.
- Informar a la población segmentadamente acerca de las ventajas personales que se obtienen al colaborar con el trabajo de recolección de los desechos.
- Informar acerca del nuevo vertedero y su estructura y equipamiento.

2.3.2. Medios de comunicación a utilizarse en esta fase:

Folleto

Se editará un folleto con información acerca de los sistemas de recolección de R.S.U. que se implementará. Este contendrá:

- Las rutas
- Los horarios
- Las condiciones
- Los tipos de servicio
- La ubicación de los receptáculos
- Ubicación del vertedero
- La estructura del vertedero y los tipos de residuos que recibe
- Los costos del servicio (tarificación)
- La inversión total realizada por el municipio

En este folleto se diferenciará mediante un inserto, la información específica y pertinente a los diferentes públicos involucrados:

- Empresas constructoras,
- Industrias,
- Domicilios y oficinas,
- Comercio, etc.

Este folleto será entregado por los propios recolectores en cada punto de parada. Se entregará también a las organizaciones sociales de la comuna para su distribución: clubes deportivos, juntas de vecinos y otras como: Boy Scouts, Carabineros, etc. para su amplia distribución.

Avisos de prensa

Se publicará en los medios de prensa local, avisos con los horarios de recolección y las rutas.

Línea 800

Implementar un teléfono con línea 800 para información acerca del servicio y para estampar denuncias de vertederos clandestinos y otras situaciones-problemas que observen los usuarios. Este sistema debe considerar una forma de retroalimentar con información a quienes hacen consultas o denuncias, enviándoles por correo información acerca de lo ocurrido con su comunicación.

2.4. Fase de educación

2.4.1. Objetivos

- Lograr internalizar los cambios de conducta que hagan sustentable el manejo de los R.S.U. en el tiempo.
- Lograr que se incorpore a los hábitos cotidianos las diversas acciones individuales tendientes a hacer posible que los desechos se clasifiquen y/o se reciclen o se reduzca el consumo de elementos que producen mayor contaminación.

2.4.2. Medios a utilizar en la fase de educación.

- **Cursos de capacitación para profesores y otros agentes multiplicadores.** Capacitar en los contenidos de la educación ambiental a personas capaces de transmitir y de multiplicar las conductas necesarias para el manejo adecuado de los R.S.U. con colaboración de la población.
- **Unidad educativa local.** Integración de una unidad educativa local en la asignatura de ciencias naturales en colegios y liceos de la comuna. Esta unidad puede estar incorporada en diversos niveles de la Enseñanza Básica y Media.
- **Folleto Educativo.** Edición de un folleto de amplia distribución que contenga las ventajas que conlleva en el ámbito individual y colectivo, el corregir los comportamientos que provocan los problemas de mal manejo de los residuos domiciliarios, escombros y desechos industriales.
- **Premio Municipal.** Implementación de un premio municipal a la cuadra más limpia y ornamentada de la ciudad. Esta medida constituye un incentivo y una forma de reforzar las actitudes positivas.

3. Escala Micro-local de intervención educativa medio-ambiental.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, y entendiendo la Educación Ambiental como un "Proceso permanente de carácter interdisciplinario destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio bio-físico circundante ²¹ /, el proyecto piloto de Educación Ambiental orientado a las localidades ribereñas al Río San José, contendría los siguientes objetivos:

3.1. Objetivos

- Lograr una sensibilización en los habitantes cotidianos de estas localidades, y un compromiso colectivo, respecto del problema de los RSU domiciliarios y su tratamiento en origen.
- Promover en los habitantes cotidianos de la localidad, la adquisición de conocimientos que les permitan establecer con claridad el vínculo existente entre la calidad de vida, el medio ambiente y el manejo en origen de los RSU domiciliarios.
- Lograr un cambio positivo en los habitantes cotidianos de la localidad, respecto de sus hábitos de manejo de los RSU domiciliarios.

²¹ / CONAMA V Región, Glosario Ambiental, Boletín Informativo La Palma, N° 2, Año I Agosto 1995.

- Incentivar la participación organizada, de los habitantes cotidianos de la localidad, en el diseño de alternativas de gestión local de los RSU domiciliarios.
- Promover la adquisición de destrezas en la comunidad organizada para el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios (separación para el reciclaje, uso de sistema de recolección y compostaje).

3.2 Metodología

La metodología que se propone como pertinente para realizar un proceso de educación ambiental, que viabilice en la población-objetivo un cambio de actitud y conducta que permita el tratamiento en el origen de los RSU domiciliarios y avanzar en la superación de problemas derivados (los microvertederos en el lecho del Río San José, por ejemplo), es deudora de los aportes de disciplinas de las ciencias sociales que han hecho de estos temas objetos de su atención investigativa, entre éstas cabe mencionar principalmente a la psicología ambiental y el trabajo social.

La propuesta metodología tiene como norte fundamental, el dar una sostenibilidad social ²² / a las estrategias que se definan como pertinentes para enfrentar localmente las situaciones-problemas identificadas, derivadas de una manejo en origen inadecuado de los R.S.U. domiciliarios.

Básicamente, se plantea incorporar en el diseño de la intervención educativa medioambiental micro-local, para el logro de los objetivos reseñados, cuatro principios de orden metodológico: i. holisticidad en su enfoque; ii. interdisciplinariedad e integración de los estudios; iii. contacto directo con la realidad e iv. metodología investigativa. ²³ /

Principios que necesariamente requieren ser operacionalizados en cada espacio-tiempo en que se llevará a cabo la intervención profesional.

Esta necesidad metodológica de situar el diseño de Educación Ambiental en el tiempo y el espacio, requiere abordar la dimensión socio-cultural contenida en los objetivos propuestos, para ello, se propone utilizar la investigación-acción, que se sustenta básicamente en dos estrategias educativas: i. el Aprender-haciendo e ii. la Acción-reflexión, que han sido experimentados por el Trabajo Social, para la producción de cambios socio-culturales en poblaciones pobres.

Complementariamente, se propone utilizar articuladamente tres estrategias metodológicas experimentadas por la psicología ambiental para el cambio de actitudes y conductas individuales

²² / El uso del constructor *sostenibilidad social* se hace en los términos utilizados por el PNUD en su documento propuesta *Desarrollo Humano Sostenible*, documento PNUD de circulación restringida, Diciembre de 1994.

²³ / CONAMA, Bases para una propuesta de un Plan Nacional de Educación Ambiental, Noviembre de 1993.

y sociales respecto del medio ambiente: **sensibilización, información y reafirmación**, que considera los siguientes principios metodológicos:

Si el sujeto percibe un intenso intento por cambiar su conducta, se resiste activamente al cambio. La persona podría llegar a considerar que se está atentando contra su libertad, y en consecuencia se resiste a modificar sus actitudes.

Por ejemplo, si la alternativa de tratamiento en origen de los RSU domiciliarios se define y ejecuta sólo desde el municipio sin considerar la palabra del habitante cotidiano de la localidad.

- Resulta altamente eficiente argumentar con claridad pero sin insistir, de modo de no despertar resistencias emocionales que podrían disminuir la posibilidad de modificar la actitud.
- Resulta eficiente atacar la actitud contraria. Lo anterior puede verse reforzado por el cuestionamiento de los argumentos que reafirmen la actitud que resulte opuesta a la que se pretende lograr.
- La estrategia que recurre frecuentemente a despertar temor como motor de cambio, no se han demostrado realmente eficiente. El temor produce una reacción de defensa que incluye barreras psicológicas como por ejemplo oponerse a alternativas de solución impuesta e incluso estigmatización.

Un tercer soporte metodológico de la estrategia educativa a proponer a nivel micro-local, lo constituyen los aportes de disciplinas del **área comunicacional-gráfica**, relevante a la luz de las características del universo de habitantes a que se quiere llegar con el presente programa. Aportes que dicen relación con la definición de los públicos, el carácter de los mensajes educativos y los medios de comunicación educativa.

3.3 Población Objetivo (Públicos)

Para lograr los objetivos propuestos, un proyecto de comunicación educativa, debe realizar un análisis de los diferentes públicos a los que estarán dirigidos los mensajes.

Ello permite establecer con claridad tanto los mensajes, como los medios más apropiados para intervenir con éxito en los cambios de conducta que se requiere promover e incentivar y que en definitiva significan cambios en la cultura de la comunidad a intervenir.

La definición de los públicos permitirá asimismo, la determinación de las diferentes motivaciones que se deberán tener en cuenta para elaborar los mensajes.

La **escala espacial** que se ha definido como pertinente para llevar a cabo el proceso educativo propuesto es el **barrio**, que tiene como correlato administrativo la **Unidad Vecinal**, que se constituye en la instancia territorial básica de gestión local municipal, y que en el caso de la ciudad de Arica, sus límites dicen relación con identidades socio-culturales relevantes. Sin dejar

de contextualizarlas en función de una situación espacial que le es común, cual es, el ser ribereños al Río San José.

En este contexto, podemos distinguir los siguientes públicos :

- Mujeres adultas que no trabajan fuera del hogar.
- Niños mujeres y hombres, en edad escolar, que asisten a clases en horarios de media jornada.
- Ancianos hombres y mujeres que no realizan labor productiva fuera de la localidad.
- Dirigentes Vecinales y Líderes naturales.
- Jóvenes.
- Personal que trabaja en los camiones recolectores de basura (Policías de Aseo).
- Comerciantes del barrio.

3.4 Carácter de los Mensajes Educativos

Basado en estudios y experiencias anteriores validadas de comunicación educativa en torno a problemas de salud, tales como las campañas en relación al SIDA, hacen aconsejable que los mensajes se estructuren sobre la base de motivaciones positivas que creen y agreguen valor a las conductas que se comuniquen como factores de cambio de los comportamientos en torno al manejo de las basuras domiciliarias.

Por lo anterior, hemos determinado que tales mensajes deberán estar relacionados con el mejoramiento de la calidad de vida que se puede lograr al descontaminar y recuperar los espacios colectivos, transformando los micro basurales en ambientes limpios, libres de contaminación y recuperados para la vida comunitaria (aunque sea sólo como paisaje).

Por otra parte, con el propósito de lograr un verdadero compromiso de *la comunidad* a intervenir, se considera fundamental que sea ésta la que *defina*, sobre la base de una capacitación en los contenidos científicos-rationales de la campaña, así como los contenidos emocionales de la misma, desde su propia experiencia de vida, *tanto la estructura como la forma de tales mensajes*.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, para el logro de los objetivos diseñados, el proyecto educativo propone una estructura de procedimientos metodológicos de desarrollo progresivo y acumulativo, que contiene cuatro fases: *i. inserción-sensibilización; ii. fase educativa* propiamente tal; *iii. acción-reafirmación* e *iv. monitoreo y seguimiento*, las que se explicitan a continuación.

3.4.1 Fase de sensibilización:

En esta fase, se trata de producir una respuesta emocional que eleve el alerta de la población objetivo, a partir de la producción de hechos impactantes, legitimando en la comunidad el proyecto, de modo de viabilizar su participación en el proceso educativo a que se les convoca.

En esta perspectiva, se realizarán acciones de carácter investigativo y educativo.

Las acciones investigativas tendrán dos escenarios complementarios, uno, a través de la implementación de técnicas simples de investigación social respecto de fuentes primarias y secundarias que permitan arribar a un diagnóstico preliminar de la problemática de los RSU domiciliarios en la localidad, de responsabilidad de los profesionales a cargo de la intervención. Y un segundo escenario, que lo constituirá los talleres de investigación participativa, con participación activa de los dirigentes y miembros de organizaciones comunitarias, que permitan definir cooperativamente la *línea base socio-cultural* de la comunidad que sustente los contenidos de los mensajes de sensibilización respecto de la problemática diagnosticada preliminarmente.

Las acciones educativas en esta etapa, básicamente serán de carácter gráfica-comunicacional, y estarán dirigidas a los dirigentes, organizaciones y vecinos cotidianos de la población a intervenir, con énfasis en las mujeres dueñas de casa, los menores y los ancianos.

Los mensajes comunicacionales serán de carácter proyectivo, es decir que muestren lo que la población puede ser si la comunidad organizada está dispuesta a actuar respecto del tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los problemas de microvertederos consecuentes (mostrando experiencias exitosas de manejo en origen de los R.S.U. domiciliarios).

Como soportes de estos mensajes, a escala de la localidad, se propone la utilización de paneles de dimensiones de 3 x 3 mts ²⁴ /. Paneles que serán utilizados en todo el proceso educativo que contempla el presente proyecto, y que quedarán como soportes comunicacionales a nivel comunitario para la gestión de las organizaciones de la comunidad una vez retirado el Equipo Profesional ejecutante del proyecto.

El número de paneles corresponderá con las necesidad de llegar con el mensaje a los diversos tipos de pobladores que habitan la localidad. Serán ubicados en lugares estratégicos de acuerdo al recorrido cotidiano de estos diversos vecinos.

A escala de los talleres de sensibilización, los soportes de los mensajes comunicacionales básicamente serán videos, diapositivas y papelería gráfica (dípticos, trípticos y afiches).

²⁴ / ECO PANELES (Gigantografías): Carteles de soporte rígido de 3x3 m., que inviten a integrarse al proyecto, mediante un mensaje positivo. Durante el desarrollo del proyecto, estos paneles serán utilizados para anunciar las diversas fases y comunicar mensajes formativos relacionados con la recuperación del medio ambiente y con el manejo de los RSU domiciliarios. Las imágenes que contendrán estos paneles, serán realizados por los niños y jóvenes participantes del Taller Gráfico

Se convocará también a participar en concursos de cuentos y dibujos referidos al tratamiento de los RSU domiciliarios y los microvertederos, que luego de ser evaluados por la contraparte comunitaria del proyecto serán publicados en los ECO-PANELES.

Se propone realizar paralelamente dos tipos de talleres orientados a dos públicos comunitarios, con los niños de la localidad un taller de expresión gráfica con el propósito de que sean los propios niños los que generen los mensajes visuales de la campaña educativa, guiados por monitores capacitados para estos efectos (Estudiantes de Diseño Gráfico de la Universidad de Tarapacá); y con los ancianos, un taller de cuenta cuentos, de modo de rescatar la memoria local respecto de la situación-problema.

Actividades

- **Investigación diagnóstica preliminar**

- **Recorrido por el paisaje natural y humano de la localidad**

Se trata de recorrer cada localidad, observando las características geográficas, físicas y de infraestructura urbana de los sectores con énfasis en los que dicen relación con los RSU domiciliarios y los problemas derivados (se complementa esta observación con un registro fotográfico y video).

- **Revisión de información proveniente de fuentes secundarias**

Documentos referidos principalmente a: característica de las personas que viven en las localidades, historia del asentamiento humano, situación de infraestructura urbana y comunitaria, RSU domiciliarios, organizaciones comunitarias existentes, entre otros aspectos.

- **Entrevista a informantes claves**

Profesionales que han realizado investigaciones y trabajos en la localidad, dirigentes vecinales, directores de establecimientos educacionales y de salud del sector, pobladores con más de 10 años en la localidad, entre otros.

- **Lectura de mapas y planos**

Se trata de analizar la situación espacial y geográfica de la localidad, en términos de topografía, emplazamiento respecto de los servicios sociales y urbanos de la ciudad, infraestructura, equipamiento, entre otros antecedentes.

- Contacto y presentación del proyecto educativo a los dirigentes y organizaciones de la localidad.
- Realización de una Asamblea Comunitaria de presentación del proyecto educativo e invitación amplia a participar en este proceso.
- Constitución de Equipo de Monitores por sectores.

- Talleres de Sensibilización y Diagnóstico de la problemática de los RSU domiciliarios y los microvertederos con monitores representantes de todos los sectores de la localidad.
- Construcción e instalación de los ECO PANELES.
- Inicio de los Talleres de Expresión Gráfica con los niños.

- Inicio de los Talleres de Cuenta Cuentos para los ancianos.

Plazo Fase 1: 6 semanas.

3.4.2. Fase Información-Educativa

El éxito de la fase de sensibilización, será el sustento para viabilizar el proceso a desarrollar en la fase educativa propiamente tal.

En esta fase, básicamente se trata de promover en monitores y la comunidad local la adquisición de conocimientos sobre el medio ambiente del barrio, sus problemas y la forma de diseñar soluciones, con énfasis en el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los microvertederos.

Dos serán los escenarios en donde se pondrá en acto esta fase, el primero, y básico, será la instancia de curso-taller con monitores locales, y el segundo, el escenario local cuyo público es la comunidad en su conjunto.

Respecto de la definición de los monitores, su cantidad y características, se corresponderá con los siguientes criterios:

- Un monitor por cada 20 familias vecinas cercanas territorialmente.
- Habitantes cotidianos de la localidad + Líderes naturales.
- Con disponibilidad de tiempo para asistir a las reuniones educativas.

Cada monitor tendrá la responsabilidad de traspasar los contenidos educativos trabajados a las 20 familias que representa, a la vez que traer sus inquietudes al espacio educativo del taller, para lo cual contará con la asesoría profesional y los soportes gráfico-comunicacionales necesarios.

La instancia de taller se estructurará en torno a 12 sesiones de aproximadamente dos horas y media de duración con una periodicidad de una vez a la semana, de acuerdo a las áreas temáticas que se han definido más pertinentes, y que se explicitarán a continuación.

El curso-taller se complementará con un proceso de cooperación técnica y social a los monitores, entre sesión y sesión, para el reforzamiento de los contenidos abordados en éstas y el traspaso a la comunidad representada. Al definir esta instancia de trabajo educativo como curso-taller, se quiere hacer explícito por una parte el carácter participativo y lúdico de las sesiones (que coopere a la necesaria cohesión del grupo, la motivación y el compromiso de los participantes con los

objetivos y actividades que contempla el presente programa). Así como desarrollar las capacidades en los participantes, que el programa define como prioritarias.

Los contenidos aportados por los profesionales operarán como gatilladores de la reflexión de los monitores desde su propia realidad.

Los contenidos básicos trabajados en las sesiones, así como los trabajados en el taller de cuentos, serán operacionalizados sintéticamente por los propios monitores cooperativamente con los profesionales para constituirse en los mensajes educativos que serán comunicados a la comunidad local a través de los ECO-PANELES, acompañados de la gráfica diseñada por los niños en los talleres gráficos que se estarán realizando paralelamente.

Respecto de los medios de comunicación educativa, se contempla edición de material didáctico orientado a los monitores. Se entregará a los monitores fotocopias para su uso en los talleres que ellos deberán realizar con sus grupos específicos de representación territorial.

ECO FICHAS: se editará un conjunto de fichas que se entregarán a todas las familias de la población. Estas, contendrán conceptos básicos de Ecología y Medio Ambiente y manejo de desechos sólidos urbano-domiciliarios. Además contendrán preguntas a ser respondidas colectivamente por el grupo territorial. La idea, es lograr la problematización de las conductas actuales y esperadas. Estas fichas, contendrán asimismo, los cuentos, los poemas y los chistes que no se hayan publicado en los ECO PANELES.

Las áreas temáticas a desarrollar en el contexto de los talleres educativos, definidas como pertinentes, son:

- Las casas que habitamos: medio Ambiente, ciudad, barrio y vivienda.
- Qué son los residuos.
- Cómo manejamos nuestros residuos.
- Cómo afecta la basura a nuestros recursos, la salud de la población y el medio ambiente.
- Cómo podemos producir menos basura.
- Qué podemos hacer respecto a los residuos.
- Medio ambiente y comunicación local.
- Medio Ambiente y Desarrollo Social comunitario.

La fase educativa para la comunidad local en su conjunto, tendrá como soporte básico los ECO-PANELES cuyos mensajes se corresponderán con las áreas temáticas que serán trabajadas en los talleres educativos con los monitores.

Plazo fase 2: 12 semanas.

3.4.3. Fase de la acción-reafirmación.

Esta fase implica básicamente la reiteración de las consecuencias positivas de seguir las recomendaciones aportadas por la fase educativa propiamente tal. Esta etapa se centra en la evitación de las consecuencias negativas, poniendo el acento en las conductas prácticas a través

de acciones-productos que mejoren las situaciones-problemas identificadas en la localidad, y supone que las personas ya han comenzado a cambiar las conductas *inadecuadas*.

Básicamente se trata de promover la adquisición, a través de la experimentación, de las aptitudes necesarias para el manejo de los RSU domiciliarios y los microvertederos.

El énfasis en esta fase estará en la realización de acciones prácticas diseñadas en el Taller educativo para el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los microvertederos (y coherentes con la política de gestión comunal de éstos).

La idea es mostrar productos concretos de mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de estas localidades que refuercen la sostenibilidad del proceso educativo desarrollado.

Las líneas de acción definidas, serán coherentes con la línea base socio-cultural identificada en la fase 1. Se cree necesario que éstas sean plurales de modo de contener la heterogeneidad de las comunidades a intervenir. Entre las acciones que podrían implementarse, básicamente serían:

- respecto de la producción de RSU domiciliarios (hábitos de consumo).
- respecto de el reciclamiento de RSU domiciliarios (Compost, separación de RSU domiciliarios para la venta, entre otras).

Respecto de la disposición de los RSU domiciliarios no reciclables (y reciclables, para el segmento de la población-objetivo que no asume como pertinente las líneas de acción antecedentes) en contenedores u otro sistema local de disposición, de modo de unirse al sistema macro-local de disposición de los RSU.

Respecto de los medios de comunicación gráfica, éstas serán básicamente folletos y ECO-Panel.

Plazo fase 3: 10 semanas.

3.4.4. Fase de Monitoreo y Seguimiento.

Esta fase se plantea para las dos escalas de intervención del proyecto educativo: macro y micro local.

Esta fase se plantea en dos etapas: i. Monitoreo, la que se desarrolla durante la ejecución del programa, y contempla la evaluación de procesos interactivos generados a través de la implementación del mismo; e ii. Seguimiento, la que se desarrolla posterior al retiro de los equipos técnicos, midiendo el logro de objetivos planteados, por ejemplo, la aplicación que hacen los participantes del proyecto respecto de habilidades y conocimientos adquiridos, difusión de la educación ambiental en la comunidad, observación en terreno sobre los productos generados por el programa (reciclaje de RSU domiciliarios, limpieza del lecho del Río San José, de las playas y espacios públicos, etc., separación de RSU domiciliarios). El diseño de instrumentos de evaluación por fases estará condicionado a la forma en que se realice la inserción del equipo profesional en las localidades.

En ambas etapas se considerará el diseño de instrumentos de evaluación tanto para observación en terreno como para obtener la opinión de los participantes del programa y su impacto en las comunidades intervenidas.

Plazo fase 4: 8 semanas.

3.4.5. Recursos humanos involucrados en el proyecto

A. Equipo permanente:
(Coordinador)

- 1 Trabajador Social Experto en Planificación Social.
- 1 Trabajador Social Experto en Educación Ambiental.
- 1 Diseñador Gráfico Experto en Comunicación Social.

B. Profesionales de apoyo:

- 1 Licenciado en Literatura.
- 1 Diseñador Gráfico.
- 1 Ingeniero en Construcción.
- 4 Expertos Temáticos.

C. Ayudantes y monitores:

- Egresados Trabajo Social.
- Egresados de Diseño Gráfico.

ANEXO N°5

MERCADO, POLUCIÓN Y CONGESTIÓN

(Fuente El Mercurio, 28 de julio de 1998, Vittorio Corbo)

Los aumentos de la polución y de la congestión han llevado a la puesta en práctica de una serie de medidas para tratar de hacerles frente en Chile. Estas medidas incluyen, entre otras, el cierre de fuentes contaminantes, multas por contaminar, restricciones vehiculares y la construcción de vías alternativas. Se discuten también medidas complementarias como el extender la restricción vehicular a los vehículos equipados con convertidores catalíticos, la introducción de peajes por el uso de vías congestionadas y la creación de derechos de emisión de polución transables.

La pregunta que cabe hacerse es por qué en estas áreas la solución de mercado lleva a resultados poco deseables para la sociedad. Esta pregunta tiene mucho sentido, dado que, en general, los mercados libres y competitivos han demostrado ser una manera muy eficiente para asignar recursos escasos. Son muchos los ejemplos de esto último, y es por ello que incluso en casos en que las condiciones de mercado no se prestan para una solución competitiva (situaciones de monopolio natural), se ha creado una institucionalidad regulatoria que por la vía de simular una solución de mercado competitivo permite la operación eficiente de empresas privadas. Este es el caso de las telecomunicaciones, la generación y distribución de energía eléctrica, la operación de puertos y aeropuertos y carreteras concesionadas. Es importante mencionar que para que los mercados libres lleven a una asignación de recursos eficiente, los precios de mercado tienen que reflejar adecuadamente los valores que la sociedad les da a los respectivos bienes y servicios.

El medio ambiente y la congestión son casos típicos en que los precios no reflejan los valores sociales y es por ello que un mercado libre puede llevar a soluciones que no son óptimas para la sociedad. El problema aquí es que los derechos de propiedad no están adecuadamente definidos, llevando a una sobre utilización de recursos escasos. Este es un caso típico de asignación de recursos donde existen externalidades. De hecho, así los refleja cualquier libro de texto en economía. Por ejemplo, en su texto introductorio Baumol y Blinder afirman que "cuando una firma contamina un río, ella utiliza recursos escasos de la sociedad (en este caso ríos limpios) del mismo modo que cuando compra carbón.

Sin embargo, si la firma paga por el carbón pero no por el uso de agua limpia del río, uno esperaría que la firma economice en el uso del carbón y que derroche en el uso del agua limpia".

Así cuando uno evalúa el costo de conducir por una vía congestionada, sólo se considera el tiempo utilizado, el consumo de gasolina y lubricantes, así como el desgaste de los neumáticos y del automóvil en general. Pero no se toma en cuenta el costo que uno genera para el resto de los usuarios, que también utilizan la vía que yo estoy contribuyendo a congestionar. Aunque el costo individual que mi acción genera en cada uno de los otros usuarios es pequeño, al multiplicarlo por el número de usuarios el costo total para la sociedad de mi conducción por una vía congestionada es bastante mayor que el costo que yo incurro directamente. Nuevamente, como los precios de mercado no reflejan adecuadamente los precios sociales, la solución del mercado libre lleva a un uso poco eficiente de los recursos de la sociedad, en este caso las vías congestionadas.

Dado que en estos casos la solución de mercado falla, la pregunta que cabe hacer es cómo solucionar en forma eficiente los problemas de polución y congestión. Una solución, que no usa criterios de mercado, es imponer restricciones cuantitativas a la operación de las fuentes contaminantes y a la circulación en determinadas arterias y/o al uso del automóvil. Sin embargo, la economía de la asignación de recursos enseña que uno puede llegar a una solución más eficiente para la sociedad a través del sistema de mercado (esto es, fijándole un precio a los recursos escasos). Para esto se requiere ajustar los precios de mercados para que éstos reflejen los verdaderos valores sociales. Estos precios "correctos" son los que toman en cuenta las externalidades (o sea los efectos negativos que mis decisiones de consumo o producción crean en los demás, y que yo no considero en la evaluación de mis acciones).

Solución de mercado para la polución

Para el caso de la polución, la solución de mercado es crear incentivos para que la sociedad cree menos polución dejando los detalles al sector privado en vez de introducir regulaciones a nivel centralizado. En particular, una solución es cargar un derecho por la generación de polución; por ejemplo, estableciendo un impuesto sobre la emisión de polución de los vehículos, el cual se puede implementar en términos de un impuesto a los combustibles y a los vehículos más contaminantes. La introducción de este impuesto llevaría a los individuos a manejar vehículos que generen menos polución o a limitar el uso de su vehículo.

En el caso de fuentes contaminantes fijas, lo adecuado es determinar una cantidad máxima de contaminantes que la sociedad está dispuesta a tolerar y rematar los derechos a proveer esta cantidad óptima de contaminación entre los agentes contaminadores. La ventaja de estas soluciones de mercado a la polución, en términos de beneficios netos para la sociedad, puede ser sustancial al compararla con la alternativa de restringir el uso de los vehículos o determinar el cierre de ciertas fábricas los días de peor calidad del aire. Hoy existen en el mundo varias experiencias exitosas del uso de derechos de emisión de polución transables.

En el caso de la restricción vehicular, estudios hechos para la ciudad de México - donde la restricción también incluye a los autos catalíticos- muestran que la restricción vehicular lleva a la compra de más autos; especialmente autos antiguos, que son los más contaminantes. Además, lleva a un uso más intensivo de éstos en días sin restricción. El resultado final es que se genera más polución. Un efecto no estudiado en el caso de México son las implicaciones macroeconómicas de esta restricción. Esta medida, al llevar al sobreconsumo de automóviles (los automóviles se consideran como consumo en las cuentas nacionales), contribuye a una menor tasa de ahorro nacional y para un valor dado de la tasa de inversión, lleva también a un mayor déficit en cuenta corriente de la balanza de pagos.

En el caso de las fuentes fijas, el cierre de fábricas que generan polución los días de mala calidad del aire obliga a cada firma individual a invertir en técnicas más limpias para bajar a los límites permitidos y de esta forma evitar el cierre en los días críticos, e incluso a abandonar la inversión y trasladar la fábrica a otra región del país. Pero este sistema es muy poco eficiente para la sociedad. Lo óptimo para la sociedad es lograr el mayor beneficio neto con el monto

de polución permitido. La solución de mercado, que consiste en rematar los derechos de emisión de polución transables, llevaría a este mayor beneficio social. Lo anterior, porque en este esquema los derechos quedarán asignados a las empresas que obtienen un mayor beneficio para un monto dado de polución, o que tienen altos costos para reducir la polución. al mismo tiempo, no comprarán los derechos empresas que al considerar el costo de la polución, en términos del valor de mercado del permiso de emisión de polución. Precisamente, esta es la forma de lograr el mayor beneficio social del uso del recurso escaso que es el límite máximo de polución seleccionado por la sociedad.

Solución de mercado para la congestión

En el caso de la congestión, la solución clásica de mercado es cargar un derecho por el uso de las vías en las horas de mayor congestión. Con tecnología moderna esos derechos se pueden recolectar incluso sin el uso de estaciones de peaje. Sensores electrónicos pueden tomar una señal desde un pequeño transmisor en el tablero del vehículo, o un rayo láser de baja potencia podría leer un código de barras en el parabrisas de un vehículo. De hecho este tipo de tecnología ya está en uso para pagar peajes en carreteras y en calles congestionadas en varias ciudades del mundo. Estudios que se han hecho muestran que el uso de este tipo de derechos de vías permitiría reducir el costo de la congestión en forma dramática.

Este tipo de solución de mercado, que recomendaría la mayoría de los economistas profesionales, encuentra varios tipos de oposición a nivel político. De una parte, algunos dicen que esto es una intrusión innecesaria de Estado en la vida de las personas. La respuesta a esta crítica es que hay que intervenir porque los derechos de propiedad sobre el uso de vías no están adecuadamente definidos, llevando a una sobreutilización de éstas. Esto lleva a costos de congestión para la sociedad como un todo por los cuales no está pagando quien los genera, disminuyendo así el bienestar de la sociedad.

De otra parte, algunos afirman que el poner un precio por el uso de vías sería regresivo, porque los grupos de más altos ingresos los pagarían gustosamente para viajar por vías más despejadas y la clase media y los grupos de menores ingresos terminarían por elegir vías alternativas, dejándoles el camino despejado a los más ricos. La respuesta a esta crítica es que al ganar la sociedad como un todo economizado en costos de congestión habrá más recursos disponibles para recaudar menos impuestos desde la clase media y para proveer de mejores servicios a los que dejarán de usar calles pavimentadas, áreas verdes, mejores servicios de salud, etc. Finalmente, algunos dicen que éstas son propuestas de economía teórica y que no consideran la realidad. Yo les preguntaría a las mismas personas si cuando tienen un problema médico consideran también la recomendación de su médico como una propuesta de medicina teórica sin valor práctico.

En tiempos de debate sobre la eficiencia de la estructura tributaria es interesante destacar que ponerles impuestos a los males, en este caso la congestión y la contaminación, es una manera muy eficiente de recaudar recursos dado que al mismo tiempo que genera ingresos, provee los incentivos correctos para reducir la producción de estos males.

BIBLIOGRAFIA

Affoyon, L., Rettenberger, G., and Tabasaran, O., (1979), "*Einsatz von Biofiltern zur Deponiegasdesodorierung*". Commission of the European Communities, (1992), "*Landfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

AICE Consultores, (1972), "*Evacuación y Disposición Final de la Basura en el Area Metropolitana de Santiago*". Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Chile.

Allison, F.E., (1973), "*Soil Organic Matter and its role in Crop Production*". Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

Alvaro, A., y Palacios, M. V., (1987), "*Proyecto de Sellado y Recuperación Ambiental de los Vertederos Clandestinos de la Agrupación de Municipios A2: Alfóz de Lloredo, Comillas y Ruiloba (Cantabria)*". Agencia Regional del Medio Ambiente, Presidencia del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Alvaro, A., y Palacios, M. V., (1987), "*Proyecto de Sellado y Recuperación Ambiental de los Vertederos Clandestinos de la Agrupación de Municipios A3: Herrerías, Polaciones, Rionansa, San Vicente de la Barquera, Tudanca, Valdaliga y Val de San Vicente (Cantabria)*". Agencia Regional del Medio Ambiente, Presidencia del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Artiola, Fortuny, J., Fuller, W.H., (1982), "Phenols in Municipal solid waste leachates and their attenuation by clay soils". *Soil Sci*: 133(4), 218-27.

Ballardini, P., (1995), "*The Environmental Regeneration of Landfill Site: Inventory Of The Arboreal Patrimony*". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, S Margherita di Pula, Cagliari Italia, 2-6 October.

Bravo, D., y Montero, E., (1992), "*Proyecto y Construcción de un Relleno Sanitario*". Memoria para optar al título de Constructor Civil, Universidad Católica de Chile, Chile.

Bruckmann and Mülder, (1982), "*Der Gehalt an organischen Spurenstoffen in Dieponiegasen*". Commission of the European Communities, (1992), "Lanfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Campamá, S., (1990), "*Exposición Sobre Rellenos de Santiago de Chile y la Producción de biogás*". Tercer Ciclo de Conferencias Tecnológicas 1990, 5 de Septiembre de 1990, Boletín Estadístico de la Cámara Chilena de la Construcción, Chile.

Cancelli, A., (1991), "*Soil and refuse stability in sanitary landfills*". Sanitary Landfilling: Process, Technology and Enviromental Impact. Academic Press, pp. 483-507.

Cancelli, A., y Cossu, R., (1984). "*Problemi di stabilità negli scarichi controllati*". Ingegneria Ambientale, 13, oct.-dic., pp. 632-642.

Cariqueo, C., y González S., (1997), "*Desarrollo de un proyecto de relleno sanitario para una población menor de 500.000 habitantes*". Tesis para optar al título de Ingeniero en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Cartier, G., y Baldit, R., (1983). "*Comportemente Géotechnique des Déscharges de Residus Urbains*". Bull. Liaison, Lab. Central des Ponts et Chaussées, 128, Nov-Dec, pp. 55-64.

Casanovas, J., (1989), "*Mejora de un relleno de vertidos de residuos urbanos*". Revista Obras Públicas, Diciembre, pp 909-916.

Casanueva, R., (1971), "*Informe Sobre Factibilidad Técnico - Económica de la Disposición Final de las Basuras Producidas por las 5 Comunas del Sur de Santiago (La Cisterna, San Miguel, Puente Alto, San Bernardo y La Granja), en el periodo 1970-2000*". CORFO, Chile, enero.

CEPAL (1991) (a). Informe del Seminario ZOPP sobre "*Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos industriales*" realizado en San José, Costa Rica, 18 al 24 de mayo de 1991, Doc. N° LC/G.1689, Santiago, 7 de noviembre.

CEPAL (1991) (b). Informe del Seminario ZOPP sobre "*Políticas para el control y fiscalización de la contaminación urbana e industrial*" realizado en Quito, Ecuador, 25 - 27 de marzo de 1991, Doc. N° LC/G.1666, Santiago, 26 de julio.

CEPAL (1992), "*Los Instrumentos de control de la contaminación. Una discusión sobre la eficacia y eficiencia de la regulación directa e indirecta*". En: CEPAL, Doc. N° LC/R.1138, Santiago.

CEPAL (1995), "*Innovación en Tecnologías y Sistemas de Gestión Ambientales en Empresas Líderes Latinoamericanas*". Santiago de Chile, 1995.

CEPAL (1995), "*Informe del II Seminario Regional Sobre Avances y Perspectivas de la Gestión Ambientalmente Adecuada de los Residuos Urbanos*", organizado por el proyecto CEPAL/GTZ y llevado a cabo entre los meses de agosto-septiembre de 1994 en Santiago de Chile.

CEPAL (1996), "*Aspectos económicos y sociales de la gestión de los residuos sólidos urbanos. Situación y perspectivas en América Latina*", CEPAL, Doc. N° LC/R1618, Santiago.

Cepeda, F., (1995), "*Situación del Manejo de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe*". Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad, OPS/OMS, Lima, Perú, 6-10 de febrero.

Cernuschi, S., y Giugliano, M., (1991), "*Assesment methods for gas emission and dispersion from waste landfills*". Sanitary Landfilling: Process, Technology and Enviromental Impact. Academic Press, pp. 437-454.

Charles, J.A., (1984), "*Settlement of Fills*". *Ground Movements and their Effects on Structures*. Ed. by P.B. Attewell and R.K. Taylor. Surrey Univ. Press, New York, pp.25-45.

Código Sanitario, decreto 725, Ministerio de Salud, editorial Jurídica de Chile, octava edición, aprobada por Decreto N° 967 del 30 de julio de 1992 del Ministerio de Justicia.

COE, j.j., (1970). "*Effect of solid waste disposal on grownd waste quality*". Journal American Public Assn Vol. 62, pp. 776-783.

Commission of the European Communities. (1992), "*Lanfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

CONAMA - RM, (1996), "*Marco de acción para el manejo de residuos sólidos domiciliarios, caso Región Metropolitana*". Chile, marzo.

CONAMA - RM. (1996). "*Propuesta política para el manejo de residuos sólidos domiciliarios, caso Región Metropolitana*". Chile, noviembre.

Concha, M., y Szczaranski, J., (1977). "*Técnica de Muestreo de Residuos Sólidos e Investigación en Relleno Sanitario piloto*". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.

Cubillos, Gonzalo (1994), "*Aplicabilidad de los principios 'el que contamina, pago' y el 'precautorio' para la gestión ambiental de los residuos industriales sólidos de la ciudad de Quito, Ecuador. Un enfoque legal*", CEPAL, Doc. N° LC/R.1433, Santiago.

D.S. 4740, Ministerio del Interior (9-10-47).

Daniel, D.E., (1993), "*Geotechnical practice for waste disposal*".

Del Pozo, M., (1991), "*Selección del Emplazamientos para Vertederos Controlados*". Informes de la Construcción, Vol 42 n° 412, pp 23-40.

Díaz, P., (1991), "*Sellado de Vertederos Incontrolados en la Comunidad Autónoma de Cantabria*". Revista Medio ambiente- Retema, España, noviembre-diciembre.

Dirección General de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, (1984), "*Programa Coordinado de Actuación de Residuos Sólidos Urbanos*". Madrid, España.

Dobson, M.C., Moffat, A.J., (1995), "*A re-evaluation of objections to tree planting on contamination landfills*". Waste Management and Research, pp. 579-600.

Dodt, M.E., Swetman M.B., y Bergstrom, W.R., (1987), "*Field measurements of landfill surface settlements*". Proc. Spec. Conf. on Geotechnical practice for waste disposal '87, Univ. of Michigan, ASCE, pp. 406-417.

Duane, F., (1972), "*Golf Course from Garbage*". The American city 87, pp. 58-60.

Dunn, W.L., (1957), "*Landfill gas burned for odor control*". Commission of the European Communities, (1992), "*Landfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

Duplancic, N., (1990), "*Landfill deformation monitoring and stability analysis*". Geotechnics of Waste fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, ASTM, Philadelphia, pp. 303-316.

Durán, Ana Luz (1993), "*Evaluación técnico-económica de los procesos de reciclaje de desechos domésticos: los casos del vidrio, papel y plásticos*". CEPAL, Doc. N° LC/R.1354, Santiago.

Durán, H., (1994), "*Políticas para la Gestión Ambientalmente Adecuada de los Residuos: el Caso de los Residuos Urbanos e Industriales en Chile a la Luz de la Experiencia Internacional*". CEPAL, Chile, Agosto.

Ehrig, H.J., (1991), "*Leachate Quality*". Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact. Academic Press, pp. 213-229.

Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, (1995), "*Estudio y Plan de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en las Ciudades Valparaíso y Viña del Mar*". Subprograma Plan de Manejo de Residuos Sólidos 634/PRE/2 del Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID, Chile.

Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, (1996), "*Estudio y Plan de Manejo de los Residuos Sólidos para la ciudad de Arica*". Subprograma Plan de Manejo de Residuos Sólidos 634/PRE/2 del Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID, Chile.

Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, (1995), "*Proyecto Ampliación Vertedero de Residuos Sólidos el Molle Segunda Etapa*". Chile.

Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, (1993), "*Proyecto habilitación Parque La Feria*". Chile.

Espinace, R., (1983), "*Compresibilidad de los vertederos sanitarios*". V Congreso chileno de Ingeniería Sanitaria y del Ambiente, Temuco, Chile.

Espinace, R., Díaz, I., Palma, J.H., Szanto, M., (1992), "*Experiencias en Chile del relleno sanitario como suelo de fundación*". Proc. V Congreso Iberoamericano de Residuos Sólidos, Madrid, pp. 1-11.

Espinace, R., et al., (1990), "*Problemas Geotécnicos de los Rellenos Sanitarios*". Revista Ingeniería Civil, CEDEX-MOPU, 77, diciembre, pp. 77-83.

Espinace, R., et al., (1991), "*Comportamiento mecánico del relleno sanitario de Limache*". Proc. IX Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones, Viña del Mar - Chile, pp. 1091-1104.

Espinace, R., González, D., Szanto, M., (1995). "*Recuperación del parque del relleno La Feria de Santiago*". Informe Técnico, Santiago.

Espinace, R., Palma, J.H., Szanto, M., Olaeta, J.A., Prado, O., (1988), "*Utilización de Vertedero Controlados*". Informe final, presentado al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), proyecto Fondecyt N° 408. Santiago de Chile.

Espinace, R., Palma, J.H., Szanto, M., Olaeta, J.A., Prado, O., (1991), "*Utilización de Vertedero Controlados II Parte*". Informe final, presentado al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), proyecto Fondecyt N° 127/89, Marzo. Santiago de Chile.

Fabris, (1995), "*The Architectural and Landscaping Aspect in Landfill Planning: Examples in Italy*". Sardinia95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, 2-6 October.

Fajardo, M., (1989), "*Edificación en rellenos artificiales formados por basuras*". VIII Congreso chileno de ingeniería sanitaria y ambiental. La Serena, Chile.

Farquar, G.S., and Rovers, F.A., (1973), "*Gas Production during Refuse Decomposition*". Dept. of Civil Eng., Ontario, Canada.

Fasset, J.B., Leonards, G.A., and Repetto, P.C., (1994), "*Geotechnical Properties of Municipal Solid Wastes and Their Use in Landfill Design*". Proceedings, WasteTech '94 -Landfill Technology Conference, Charleston SC, National Solid Waste Management Association, 31 pp.

Flower, (1982), "*The origin of landfill gas and the problems it causes*". Commission of the European Communities, (1992), "*Landfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

Frechen, (1989), "*Odour emissions and controls*". Commission of the European Communities, (1992), "*Landfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

Fundación Leonardo Torres Quevedo, (1990), "*Informes de seguimiento. Asesoría geotécnica para la construcción y explotación de vertederos y otras obras asociadas al Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos de Cantabria*". Universidad de Cantabria.

Gallardo, L.F., Nogales, R., (1987), "*Effects of the application of Town refuse compost on the soil-plant system, a review*". Biological wastes.

Gandolla, M., Dugnani, L., Bressi, G., y Acaia, C., (1992), "*The determination of subsidence effects at municipal solid waste disposal sites*". Proc. Int. Solid Waste Association Conference. pp. 1-17 (sin paginar), Madrid, Junio.

Geotecnia Consultores Lahmeyer International, (1995), "*Estudio y Plan de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en las Ciudades Puerto Montt*". Subprograma Plan de Manejo de Residuos Sólidos 634/PRE/2 del Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID, Chile.

German Geotechnical Society for ISSMFE., (1991), "*Geotechnics of Landfills and Contaminated Land Technical Recommendations GLC*". Ernest y Sohn, Berlín.

Gil, J.L., et al., (1991), "*El Plan de Gestión de residuos sólidos urbanos de Cantabria*". Revista Técnica de Medio Ambiente, edición Julio-Agosto, pp. 63-68.

Gilman, E., Flower, F.B., Leone, I.A., Arthur, J.J., (1979), "*Vegetation Growth in Landfill Envirous*". Proceeding of the Fifth anual Research Symposium Municipal waste land disposal.

Giordano, P.M., Mays, D.A., (1981), "*Plants nutiients from Municipal sewage*". Ind. Eng. drem Prod. Res. Dev.

Goic, P., (1996), "*Problemas y desafios para un manejo racional de residuos sólidos en Chile*" Ministerio de Planificación Cooperación, Políticas Públicas en el Manejo de Residuos Sólidos, Chile.

Grantham, G., and Young, P., (1993), "*Practical Experience in Landfill Remediation*". Sardinia 93. Fourth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Guidi, G., Plagliai, M., Giachett, M., (1982), "*Modifications of some physical and chemical soil properties following sludge and compost applications*" In the influence of sewage sludge applications on physical and biological proyecties of soils, Dordrasht, the me Neatherland.

Guimaraes, Roberto (1995), "*El papel del Estado en una estrategia de desarrollo sustentable*", En: Desarrollo Sostenible y Reforma del Estado, Primer Foro de Ajusco, PNUMA y El Colegio de México, México, D.F.

Guiordano, P.M., Mays, D.A., (1981), "*Plants nutrients from Municipal sewage*". Ind. Eng. drem Prod. Res. Dev. 20(2), pp. 212-216.

Hinkle, R.D., (1990), "*Landfill site reclaimed for commercial use as container storage facility*". Geotechnics of Waste fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, Arvid Landva, G. David Knowles, editors, ASTM, Philadelphia, pp. 331-344.

Hirata, T., Hanashima M., Matsufuji, Y., Yanase, R., and Maeno Y., (1995), "*Construction of facilities on the closed lanfills*". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volumen I, II y III, editorial CISA, Italia.

Hook, D.D., Grown, C.L., and Kosmanik, (1971), "*Inductive flood tolerance in Swamp tufelo (Nyssa sylvatica)*". Journal of Exp., Bot. 22, pp. 78-89.

Ingeniería y desarrollo de proyectos, (1995), "*Diagnóstico y Aplicación de Metodologías para determinar Producción de Residuos Sólidos Industriales y Evaluación de la Calidad Ambiental de su Disposición final*". Estudio CONAMA-BIRF, junio.

Instituto Nacional de Estadística (INE), (1996), "*Chile estimaciones de población por sexo, regiones, provincias, comunas, 1990-2005*". Editado por el Departamento de comunicaciones, INE.

James, S.C., Kinman, R.N., and Nutini, D.L., (1985), "*Toxic and flammable gases*". Commission of the European Communities, (1992), "*Lanfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

Jesionek, K.S., Dunn, R.J., y Daniel D.E. (1995), "*Evaluation of Landfill Final Covers*". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Kraiger, H. (1995), "*A case study of landfill remediation in Austria*". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volúmenes I, II y III, editorial CISA, Italia.

La Marca, O., Sanesi, G., and Gambi, L. (1995), "*Study of the Vegetation in Landfill Restoration Project: First Result*". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

LaGrega, M., Buckingham, P., y Evans, J. (1996), "*Gestión de Residuos Tóxicos*". Volumen I y II, editorial McGRAW-HILL, Madrid, España.

Landva, A.O., y Clark, J.I. (1990), "*Geotechnics of waste fill*". Geotechnics of Waste fills -Theory and Practice. ASTM STP 1070, Arvid Landva, G. David Knowles, editors, ASTM, Philadelphia, pp. 86-103.

Leal, José (1996), "*Aspectos económicos de la gestión de residuos*", CEPAL, Doc. N° LC/R.1694, Santiago de Chile, diciembre.

Leal, José (1995), "*Instrumentos económicos para la gestión ambiental. Experiencias internacionales*", Selección de lecturas (Informe de consultoría), CEPAL. Santiago.

Maliokas, V. (1995), "*Practical experiences in landfill remediation*". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volúmenes I, II y III, editorial CISA, Italia.

Maturana, N. (1982), "*Utilización del Gas Metano Proveniente de Rellenos Sanitarios*". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.

McEntee, J., (1991), "*Site Investigation*". Recycling derelict land, edited by George Fleming, Institution of Civil Engineers, London , pp. 64-87.

Ministerio de Planificación Cooperación, (1996), "*Políticas Públicas en el Manejo de Residuos Sólidos*", Chile.

Ministerio del ambiente y calidad de vida de Francia, (1985), "*Les Residus Urbains*", Ed. Lavoisier, Francia.

Mitchell, R.A., and Mitchell, J.K., (1992), "*Stability Evaluation of Waste Landfills*". Stability and Performance of Slope and Embankments - II ASCE Geotechnical Special Publication N° 31.

Monreal, J., (1996), "*Estructuración de un sistema de gestión de residuos peligrosos*". Ministerio de Planificación Cooperación, Políticas Públicas en el Manejo de Residuos Sólidos, Chile.

Municipall refuse Disposal, (1966), "*Accelerates solid waste stabilization and leachate treatment by leachate recycle through sanitary landfills*". Progress in Waster Technology, vol. 7, N° 3/4.

Nogales, R., Gómez, M., Gallardo, L.F., (1986). "*Influencia de la fertilización con compost de basura urbana para la disponibilidad de potasio asimilable*" Agroquímica 30 (1-2), pp. 45-55.

Oeltzschner, (1984), "*Emissionen aus Hausmülldeponien: Erfassung und Behandlung von Sickerwasser und Deponiegas in der Deponiepraxis*" Commission of the European Communities, (1992), "*Lanfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

Olalla, C., (1991). "*Comportamiento geotécnico de rellenos artificiales*". Curso Cimentar en Madrid, CEDEX, (sin paginar), Madrid, junio.

Oliden, J., (1987), "*Vertederos de basuras y escombros. Problemas y tratamientos*". Curso sobre Obras de Materiales Suelos no Convencionales, Cedex, MOPT, Madrid.

Oteo, C., y Sopena, L., (1992), "*Introducción a la Geotecnología Ambiental*". Residuos, Revista Técnica, año III, Nº 8, pp. 30-31.

Oweis, I.S., y Khera, K., (1990), "*Geotechnology of waste management*". Ed. Butterworths, London.

Oyarzún, A., y Rojas, L., (1979), "*El Relleno Sanitario y la Posibilidad de Recuperación y Utilización de un Suelo*". Síntesis para optar al título de Constructor Civil, Universidad Católica de Valparaíso, Chile, octubre.

Palacios, M. V., y Alvaro, A., (1989), "*Vertederos Clandestinos de Cantabria*", Revista Equipamiento y Servicios Municipales, edición septiembre-octubre, pp. 75-80.

Palacios, M. V., y Alvaro, A., (1990), "*Proyecto de Sellado y Recuperación Ambiental de los Vertederos Clandestinos de la Agrupación de Municipios D1 y D2: Cabezón de Liebana, Potes, Camaleño, Castro-Cillorigo, Lamason, Peñarrubia, Pesaguero y Vega de Liebana (Cantabria)*". Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Diputación Regional de Cantabria.

Palma J.H. (1995). "*Comportamiento geotécnico de vertederos controlados de residuos sólidos urbanos*". Tesis doctoral, Universidad de Cantabria, Santander, España.

Prado, O., Olaeta, J., Espinace, R. y Szantó, M., (1988), "*Comportamiento preliminar de algunas especies vegetales en un relleno sanitario controlado I. Evolución de la vegetación natural*". Revista Técnica Medio Ambiente (RETEMA), septiembre-octubre.

Prado, O., Olaeta, J., Espinace, R. y Szantó, M., (1988), "Comportamiento preliminar de algunas especies vegetales en un relleno sanitario controlado II. Evolución de la vegetación introducida". Revista Técnica Medio Ambiente (RETEMA), septiembre-octubre.

Purves, D., Mckenzie, E.J., (1974), "Phytotoxicity due to boron in municipal compost". Plant soil 40, pp. 231-235.

Rao, S.K., Moulton, L.K., Seals, R.K., (1977), "Settlement of refuse landfills". Proc. Conf. on Geotechnical practice for disposal of solid waste materials. Univ. of Michigan, ASCE, pp. 574-598.

Resolución 02444, Ministerio de Salud (31-07-80).

Resolución Exenta 335, Ministerio de Agricultura (05-02-81).

Resolución Exenta 687, Ministerio de Salud.

Rovers, et al, (1978), "Procedures for landfill gas monitoring and control". Commission of the European Communities. (1992), "Landfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Russo, M.A.T., y Vieira, J.M.P., (1995), "Old Mines Landscape Recovery by Adequate Landfill Architecture". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Saarela, J., (1991), "Landscaping Aspects of Sanitary Landfills in Finland". Sardinia 91, Third International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Sánchez Alcuturri, J.M., Palma, J.H., Sagasetta, y C., Cañizal, J., (1991), "Aspectos geotécnicos del vertedero sanitario controlado de Meruelo". Revista técnica del Medio Ambiente, 25 Nov.-Dic., pp. 101-108.

Sánchez Alciturri, J.M., Palma, J.H., Sagasetta, y C., Cañizal, J., (1993), "*Post-Closure Bearing Capacity of a Sanitary Landfill*". Proc. Colloque International, Environnement et Geotechnique, abril 6-8, París.

Sardinia 93. Fourth International Landfill Symposium, (1993), Proceedings, volumenes I, II y III, editorial CISA, Italia.

Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volumenes I, II y III, editorial CISA, Italia.

Shuput, (1985), "*Landfill gas recovery: should your community consider it?*". Commission of the European Communities, (1992), "*Landfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

Siegel, et al, (1990), "*Slope stability investigations at a landfill in southern California*". Geotechnics of waste fills - theory and practice, ASTM STP 1070. Arvid Landva, G. David Knowles, editors, ASTM, Philadelphia, pp. 259-284.

Sing, S., y Murphy, B., (1990), "*Evaluation of the stability of sanitary landfills*". Geotechnics of Waste fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, Arvid Landva, G. David Knowles, editors, ASTM, Philadelphia, pp. 240-258.

Sohn, K. C., Lee, S., (1994), "*A Method for Prediction of a Long Term Settlement of a Sanitary Landfill*". Proceedings of The First International Congress on Environmental Geotechnics, Edmonton, 11 - 15 de julio, pp. 807-812.

Souza, O., y Rodriguez, M., (1980). "*Aterro Sanitário Aspectos estruturais e ambientais*". Boletín de la Asociación Brasileña de limpieza pública, pp. 7-94.

Sowers, G.F., (1968), "*Foundation Problems in Sanitary Landfills*". Journal of the sanitary division, ASCE, vol. 94, N° SA1, pp. 103-116.

Sowers, G.F., (1973), "*Settlement of waste disposal Fills*". 8a Int. Conf. Soil Mechanics and Foundation Engineerings, vol. 2, Moscú, pp. 207-210.

Straub, W., Lynch, D., (1982), "*Models of landfill leachings: organic strength*". ASCE 108, pp. 251-268.

Szantó, M., (1986), "*Optimización del aprovechamiento energético del vertedero controlado frente a la contaminación de aguas*". Tesis doctoral, E.T.S.I.C.C.y P. Universidad Politécnica de Madrid.

Tabasaran, (1982), "*Recovery and utilization of landfill gas*". Commission of the European Communities, (1992), "*Landfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

Tchobanouglos, G., Theisen, H., Vigil, S., (1994), "*Gestión integral de residuos sólidos*". McGraw-Hill, Inc. EE.UU.

Tejero, I., Szanto, M., Díaz, R., (1990), "*Tratamiento de los lixiviados de vertederos controlados*". Revista técnica del medio ambiente, pp. 65-73. Madrid.

TESAM, (1995), "*Estudio y Plan de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Antofagasta*". Subprograma Plan de Manejo de Residuos Sólidos 634/PRE/2 del Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID, Chile.

TESAM, (1995), "*Estudio y Plan de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en las Ciudades Concepción - Penco - Talcahuano*". Subprograma Plan de Manejo de Residuos Sólidos 634/PRE/2 del Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID, Chile.

Tieman, G.E., et al, (1990), "*Stability consideration of vertical landfills expansions*". Geotechnics of Waste fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, Arvid Landva, G. David Knowles, editors, ASTM, Philadelphia, pp. 285-302.

Trellez, R., (1976), "*Aspectos sobre la selección, implantación y mantenimiento del tapiz de cobertura de rellenos sanitarios*". Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

Valenzuela, A., y Henríquez, J., (1994), "*Recuperación de Areas Impactadas por Residuos Sólidos Urbanos*". Tesis para optar al título de Ingeniero Constructor (2 tomos), Universidad Católica de Valparaíso. Chile, julio.

Van Vossen, W. J., et al., (1995), "*Masterplan for the aftercare of abandoned landfills*". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Volrien, P.F., and Mathing, W.H.S., (1969), "*Anaerobic Digestion I. The Microbiology of Anaerobic Digestion*". Pergamonpres, Great Britain.

Wallace, R.B., Ulrich, C.M., (1995), "*Closure of landfills: future land use*". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Yuong, P., and Parker, A., (1984), "*Origin and control of landfill odours*". Commission of the European Communities, (1992), "*Landfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

Yuong, P., and Parker, A., (1983), "*Vapors, odors, and toxic gases from landfills*". Commission of the European Communities, (1992), "*Landfill Gas From Environment to Energy*". Published by the Commission of the European Communities.

BIBLIOGRAFIA DE REPIDISCA

Id: MRS/6200/I59/299

Ai: Brasil - Instituto de Pesquisas tecnológicas - IPT
 Ti: Lixo Municipal - Manual de gerenciamento integrado
 Fu: 1995
 Ub: CEPIS

Id: 010250 - 6700/M47/18866

Ai: M.xico. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.
 Ti: Criterios para la determinación del factor de nivelación para los estudios de tiempos y movimientos.
 Fu: Especificaciones técnicas para la elaboración de proyectos ejecutivos de manejo y disposición final de residuos sólidos municipales. M.xico, D.F. SEDUE, 1985. p.256-64. Tablas.
 Re: Determina las categorías de rendimiento del trabajador, indicando las características de cada una de ellas (superhabilidad, excelente, buena, promedio, regular y deficiente) en lo que respecta a habilidad y esfuerzo. Clasifica y examina los diversos tipos de demoras. Muestra una tabla de valores sobre el desempeño.
 De: Administración de personal / Personal de operación / M.xico /
 Ub: CEPIS

Id: 037931 - 6000/T27/11750

Ap: Tchobanoglous, George; Theissen, H.; Elissen, R.
 Ai: CIDIAT.
 Ti: Desechos sólidos; principios de ingeniería y administración.
 Fu: M.éxico; CIDIAT; 1982. 546 p. Ilus., tablas. (CIDIAT Serie Ambiente y Recursos Naturales Renovables, AR-16).
 Re: Trata sobre la producción de residuos sólidos, la evolución en el manejo de los desechos sólidos, aspectos legales y agencias gubernamentales encargadas de administrar los residuos sólidos, manejo, almacenamiento y procesamiento in situ, recolección, transferencia y transporte de residuos sólidos. La segunda parte se refiere al equipo y técnicas de procesamiento, la recuperación de recursos, disposición de desechos sólidos y el último capítulo comprende a los desechos peligrosos.
 De: Residuos sólidos /
 Ub: CEPIS

Id: 046640 - 6000/U42/11201

Ap: Collazos Peñalosa, Hector
 Ti: Barrido y limpieza de vías.
 Fu: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Sección de Ingeniería Ambiental. Manual del curso I: Recolección y transporte de basuras. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 1981. p.1
 Co: Presentado en: Curso Intensivo sobre Manejo Integral de los Residuos Sólidos. Bogotá, 17-22 Ago. 1981.
 Re: Describe las responsabilidades de las empresas de aseo urbano y menciona algunas malas acciones desarrolladas en localidades de Colombia. Trata del barrido manual, refiriéndose a los instrumentos utilizados y al rendimiento de los obreros con cada uno de ellos, en determinadas zonas. Considera un ejemplo de cálculo de rendimiento. Trata del rendimiento y equipos utilizados en el barrido mecánico. Señala los usos de estos equipos y considera un ejemplo para estimar el número de obreros y equipo necesario para el barrido y limpieza de vías.
 De: Barrido y limpieza de vías /
 Ub: CEPIS

Id: 046643 - 6000/U42/11201

Ap: Bernal, J.R.

Ti: Salud ocupacional y el manejo de los residuos sólidos.
 Fu: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Sección de Ingeniería Ambiental. Manual del curso I: Recolección y transporte de basuras. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 1981. p.1-42.
 Co: Presentado en: Curso Intensivo sobre Manejo Integral de los Residuos Sólidos. Bogotá, 17-22 Ago. 1981.
 Re: Trata brevemente de la actividad industrial, los elementos de producción y su relación con la salud ocupacional. Señala conceptos importantes y consecuencias indeseables al no prevenir accidentes, describiendo sus costos directos e indirectos. Menciona los objetivos y aspectos fundamentales para su desarrollo efectivo en la organización del programa de prevención de los riesgos profesionales. Trata de la investigación de las causas de los accidentes de trabajo, su metodología, de la apreciación cuantitativa de la accidentalidad y hace un análisis de los riesgos. Estudia la acción correctiva - control de los accidentes y describe los procedimientos para la investigación de las causas de las enfermedades profesionales, indicando los riesgos en las actividades de recolección y transporte de los residuos sólidos. Contiene una guía ergonomica para el manejo manual de cargas.
 De: Recolección de residuos sólidos / Salud ocupacional /
 Ub: CEPIS

Id: 047891 - 0100/U42/17948

Ap: Unda Opazo, Francisco; Salinas Cordero, S.M.
 Ti: Composición, recolección, transporte y disposición final de basuras y desperdicios.
 Fu: Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. M.xico, D.F. Hispano Americana, 1969. p.459-622.
 Re: Presenta una clasificación de las basuras por grupos. Trata de la cantidad, calidad, humedad y fuentes de producción de basuras y de su disposición inicial. Aborda diversos aspectos de la recolección y de los métodos de disposición final.
 De: Limpieza urbana /
 Ub: CEPIS / SUNASS

Id: 048398 - 6011/C44/12012

Ap: Sakurai, Kunitoshi.
 Ai: CEPIS.
 Ti: Diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos.
 Fu: Lima; CEPIS; 1980. 16 p. ilus.
 Co: Presentado en: Taller sobre Residuos Sólidos. Lima, 19-30 Ene. 1981.
 Re: Presenta una metodología de trabajo para diseñar rutas de recolección de basura siguiendo un método manual. Los propósitos del diseño de rutas son dividir la ciudad en sectores, de manera que cada sector asigne a cada equipo de recolección una cantidad más apropiada de trabajo; y desarrollar una ruta para cada subsector, de modo que facilite a cada equipo llevar a cabo el trabajo con una menor cantidad de tiempo y recorrido. Trata sobre la sectorización, diagramación, verificación, implantación, y evaluación de rutas.
 De: Rutas de recolección / Recolección de residuos sólidos /
 Ub: CEPIS

Id: 048830 - 6701/H13/11980

Ap: Haddad, Jos, Felicio.
 Ai: CEPIS.
 Ti: Aseo urbano; disposición final de residuos sólidos; manual de instrucciones.
 Fu: Lima; CEPIS; 1981. 67 p. Ilus., tablas.
 Pr: Programa Regional OPS/EHP/CEPIS de Mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano.

Re: Muestra en síntesis las formas de procesamiento y disposición de

residuos sólidos. Expone las bases de la selección del terreno y del proyecto de un relleno sanitario, el cual es presentado con todos sus componentes y especificaciones complementarias, señalando los puntos que ofrecen mayores dificultades a los proyectistas y a los operadores de las obras. Detalla los equipos más usuales utilizados en la construcción de rellenos y de mantenimiento de los accesos y sistemas drenantes del relleno. Comprende modelos de sistemas de control que son aplicados a operaciones, costos, construcciones y medio ambiente.

De: Rellenos sanitarios /
Ub: CEPIS / ECO / ANESAPA

Id: 049641 - 6500/A68/14921

Ap: Arvelo, Aida; Briceño Picón, R.

Ai: CEPIS.

Ti: Gerencia del servicio de aseo; selección y diseño de unidades recolectoras de residuos sólidos, compactadoras y no compactadoras.

Fu: Lima; CEPIS; 1983. 107 p. Ilus. tablas.

Pr: Programa Regional OPS/HPE/CEPIS de Mejoramiento de la Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos.

Re: Presenta un análisis general de los tipos de unidades más comunes

en el ambiente latinoamericano, como son: las de reducción volumétrica de carga trasera y las de tipo volquete compactadoras y no compactadoras. Establece una metodología para

la selección racional de los vehículos recolectores, desde el aspecto operacional hasta el mecánico. Contiene: selección y diseño de las unidades recolectoras; aplicación de las normas establecidas en los formatos; análisis de los estudios; implicaciones de orden económico; unidades no compactadoras; conclusiones y recomendaciones.

De: Recolección de residuos sólidos / Compactadores /
Ub: CEPIS / ANESAPA

Id: 053931 - 6700/S21/17890

Ap: Sánchez Gómez, Jorge; López Sánchez, Felipe; López Garrido, Pedro A.

Ti: Impacto ambiental en la selección de sitios para disposición final de residuos sólidos municipales.

Fu: México; SEDUE; 1985. 36 p.

Co: Presentado en: Congreso Nacional de la Asociación Mexicana contra

la Contaminación del Agua y del Aire; sobre Evaluación y Control

de la Contaminación Ambiental. Tlaxcala, ago. 1985.

Re: Metodología que proporciona elementos para lograr una adecuada

toma de decisiones en el control del impacto que puede tener sobre el ambiente el sitio escogido para un relleno sanitario, para tomar medidas preventivas o correctivas. Señala criterios de calificación sobre los efectos que podrían tener ciertos factores de campo sobre los elementos del ambiente. Analiza los sitios supuestos para la construcción de un relleno sanitario.

De: Rellenos sanitarios / Impactos ambientales / Toma de decisiones (Administración) / Selección del sitio / Evaluación /
Ub: CEPIS

Id: 067713 - 6800/B23/25691

Ap: Bartone, Carl R.

Ai: Banco Mundial; PNUD.

Ti: Gestión, recuperación y reciclaje de los desechos municipales, estrategia para la autosuficiencia en los países en desarrollo.

Fu: Washington, D.C.; Banco Mundial; 1987? 13 p.

Re: Sostiene que las municipalidades en los países en desarrollo pueden mejorar su capacidad de gestión de desechos mediante una

estrategia de recuperación de recursos y reciclaje. Describe los esfuerzos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del Banco Mundial para demostrar los logros, haciendo hincapié, en técnicas de reciclaje sencillas y de bajo costo.

Señala ejemplos de ciudades del Tercer Mundo. Considera que es combinación con el desarrollo institucional, una mejor gestión financiera y el uso generalizado de tecnologías apropiadas, la estrategia de recuperación y reciclaje de recursos puede llevar a la autosuficiencia municipal en la recolección y eliminación de desechos.

De: Uso de residuos sólidos / Cooperación técnica / Recolección de residuos sólidos / Disposición de residuos sólidos / Desarrollo institucional / Tecnología de bajo costo / Gestión /
Ub: CEPIS

Id: 069952 - 6702/E33/26930

Ap: Ehrig, Hans-Jürgen.

Ti: Cantidad y contenidos de lixiviados de rellenos de desechos domésticos.

Fu: San José; GTZ; 1992. 14 p. Ilus. tab. Traducción interna del Proyecto CEPIS/GTZ "Fortalecimiento Técnico de CEPIS".

Re: Compendio información relativa a la cantidad y contenido de lixiviados de rellenos de desechos domésticos. Discute las causas de las desviaciones de estos valores.

De: Rellenos sanitarios / Líquido percolado /
Ub: CEPIS / CETESB / CAPRE

Id: 073951 - 6604/C44/11131

Ap: Cantanhede, Alvaro Luiz Gonçalves; Monge Taiavera, Gladys; Wharwood, Gina.

Ai: CEPIS; Empresa de Servicios Municipales de Limpieza de Lima; OPS.

Ti: Proyecto de investigación compostificación de residuos de mercados; informe final.

Fu: Lima; CEPIS; 1993. 86 p. Ilus., tab.

Re: El proyecto está orientado a determinar la factibilidad técnica de la producción de compost utilizando residuos de mercados; y evaluar la relación costo/beneficio de la producción de compost considerando las ventajas ecológicas y agrícolas que se obtendrán. Describe los fundamentos del proceso de compostificación, aplicaciones y beneficios de la producción de compost, la investigación, monitoreo y control del proceso, control de moscas y emanación de olores, aspectos de salud relacionados con el procesamiento y uso del compost, especificaciones referenciales de calidad, análisis de costos, evaluación de resultados y conclusiones y recomendaciones.

De: Compostificación / Residuos orgánicos / Análisis de costo-beneficio / Perú / Lima /
Ub: CEPIS

Id: 075106 - 6701/A142/28342

Ai: Universidad Nacional Autónoma de México; OPS.

Ti: Curso internacional diseño de disposición final de residuos sólidos (relleno sanitario) 1994.

Fu: México, D.F.; UNAM/OPS; 1994. 1 v. p. Ilus., tab.

Co: Presentado en: Curso Internacional Diseño de Disposición Final de

Residuos Sólidos. México, D.F., 14-18 mar. 1994.

Co: Presentado en: Curso Internacional Diseño de Disposición Final de

Residuos Sólidos. México, D.F., 14-18 mar. 1994.

Re: Contiene: Mitos y realidades sobre los residuos sólidos/Arturo Dvila Villareal - Aspectos sociales del manejo de los residuos sólidos/Rosalba Cruz Jimenez - Determinación de parámetros de diseño para Latinoamérica/Jorge Sánchez Gómez - Estudios previos/Ricardo Estrada Nuñez - Diseño de relleno sanitario/Felipe López - Interpretación de las características del sitio en el diseño de un relleno sanitario/Roberto K. Ham - Water balance and leachate quantity/Peter Lechner - Sistemas de

control en la operación del relleno sanitario/Arturo Dvila Villareal - Metodología para el emplazamiento de rellenos sanitarios/Jorge Sánchez Gómez - Selección de sitios, aspectos

- geológicos y no geológicos/Isabelle A. Paris – Características de los residuos sólidos y procedimientos para su aceptación/Leon Van Arendonk – Legislación mexicana en materia de rellenos sanitarios/Gustavo Solerzano Ochoa – Sistema de clasificación mediante el empleo de estadígrafos para rellenos sanitarios de ciudades en desarrollo/Geoffrey Blight – Clausura del relleno sanitario y su cuidado a largo plazo/Luis F. Díaz – Desarrollo institucional/Jesús Barrera Lozano – Impacto y monitoreo ambiental/Domingo Cobo Pérez – Generación y cuantificación de biogás/Humberto Vidales Albarrán – Costos en rellenos sanitarios/Francisco Zepeda – Situación regional del aseo urbano – OPS/OMS División de Salud y Ambiente – Legislación sobre rellenos sanitarios en los Estados Unidos/Francisco Zepeda – Modelos de predicción de movimientos de contaminantes/Adrián Ortega Guerrero – Impacto y monitoreo ambiental/Domingo Cobo Pérez – Muestreo, análisis e interpretación de los resultados de pruebas de laboratorio/Domingo Cobo Pérez.
- De: Disposición de residuos sólidos / Rellenos sanitarios / Características de residuos sólidos / Desarrollo institucional / Limpieza urbana / Impactos ambientales / Diseño / Aspectos legales / Costos y análisis de costo / Selección del sitio / Cursos /
- Ub: CEPIS
- Id: 075123 - 6200/U42/28343
 Ap: Cantanhede, Alvaro Luiz Gonçalves
 Ti: Desarrollo institucional y manejo de residuos sólidos municipales.
 Fu: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería.
 Departamento de Ingeniería Ambiental. Curso sobre técnicas y procedimientos actualizados para el manejo de residuos sólidos municipales y peligrosos. México, D.F., UNAM, 1993. p.1-45. Ilus., tab.
 Co: Presentado en: Curso sobre Técnicas y Procedimientos Actualizados para el Manejo de Residuos Sólidos Municipales y Peligrosos. México, D.F., 3-5 jun. 1993.
 Re: Señala el problema de los residuos sólidos, las tendencias del crecimiento de la población en América Latina y la generación de residuos, elementos funcionales de un sistema de manejo de residuos sólidos, organigrama para controlar las operaciones, diseño organizacional para las cooperativas de aseo y aspectos institucionales. Incluye información sobre rellenos sanitarios.
 De: Residuos sólidos / Desarrollo institucional / Rellenos sanitarios / Gestión /
- Ub: CEPIS
- Id: 076084 - 6701/L86/28412
 Ap: Lottner, Ulrich.
 Ai: GTZ.
 Ti: Búsqueda de sitios apropiados para rellenos sanitarios, saneamiento y recultivo de botaderos.
 Fu: San José, GTZ, 1994. 100 p. Ilus., tab.
 De: Rellenos sanitarios / Botaderos a cielo abierto / Evaluación / Costa Rica /
- Ub: CEPIS / CAPRE
- Id: 091690 - 6701/C44/29447
 Ap: Zepeda Porras, Francisco
 Ti: Situación del manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.
 Fu: CEPIS. Memorias del Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad. Lima, CEPIS, 1995. p. [397-429]. Tab.
 Co: Presentado en: Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad. Lima, 6-10 feb. 1995.
 Re: Analiza aspectos técnicos, operativos e institucionales que influyen en el manejo de los residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Trata aspectos de la generación, composición, recolección, transferencia, disposición final y reciclaje. Comenta el caso del manejo de residuos peligrosos en estas regiones.
- De: Residuos sólidos / Uso de residuos sólidos / Disposición de residuos sólidos / Residuos peligrosos / Desarrollo institucional / Evaluación / América Latina / Caribe /
- Ub: CEPIS / OPS/OMS-HN
- Id: 094925 - 6800/J24/8582
 Ap: Jaramillo Villegas, Germán Alberto.
 Ai: Cooperativa Recuperar.
 Ti: Acerca del reciclaje o la economía de los desechos.
 Fu: Bogotá; Recuperar; 1995. 25 p.
 Co: Presentado en: Seminario Taller sobre Minimización de Residuos.
 Bogotá, 15-20 ago. 1995.
 De: Uso de residuos sólidos / Reciclaje (Salud ambiental) / Aspectos económicos /
- Ub: CEPIS
- Id: 095716 - MRS/6200/C44/7232
 Ai: CEPIS.
 Ti: Programa de costos según servicios prestados (COSEPRE) para el sistema de limpieza pública: manual del usuario COSEPRE 1.0.
 Fu: Lima; CEPIS; 1995. iii, 52 p. Tab. Incluye un diskette (3.5). (OPS/CEPIS/PUB/96.17).
 Re: Presenta manual del usuario del programa COSEPRE que brinda a las entidades encargadas de los servicios de limpieza una herramienta para controlar los costos de los servicios que prestan. Explica en forma amplia y detallada los módulos que aparecen en el menú principal del programa. Los módulos se refieren a la información diversa que proporciona el programa, al ingreso de información para cada una de las etapas del sistema, a las consultas de los resultados de la ejecución y a la necesidad de equipo para las etapas de barrido y recolección.
- De: Limpieza urbana / Costos y análisis de costo / Programas de computación /
- Ub: CEPIS / AIDIS-AR / ECO
- Id: 095717 - MRS/6200/C44/19723
 Ai: CEPIS.
 Ti: Programa de costos según servicios prestados (COSEPRE) para el sistema de limpieza pública: guía técnica.
 Fu: Lima; CEPIS; 1995. iv, 46 p. Tab. (OPS/CEPIS/PUB/96.16).
 Re: Explica sobre el programa de computación COSEPRE (Costos según servicio prestado) el cual determina los costos anuales de cada servicio y costos unitarios, tomando como base determinada información que el usuario debe ingresar. El programa analiza los siguientes servicios: barrido manual y mecánico, recolección, transferencia y transporte y disposición final. Examina la necesidad de implementar una estación de transferencia tomando como base un análisis de costo unitario, incluye un flujo de caja para la instalación de un relleno sanitario que ofrece al usuario la posibilidad de estimar la vida útil del mismo, entre otros datos.
- De: Limpieza urbana / Costos y análisis de costo / Programas de computación /
- Ub: CEPIS / ECO
- Id: 103514 - 6200/Ch53/31064
 Ai: Chile. Ministerio de Planificación y Cooperación.
 Ti: Manual instructivo de apoyo a los municipios para la fijación de tarifas por servicios ordinarios de aseo, en el contexto de la nueva ley de rentas municipales.
 Fu: Santiago; MPC; 1996. 131 p. Tab.
 Re: El objetivo central es brindar un apoyo a la toma de decisiones de los municipios, en lo relativo a la formulación de tarifas del servicio ordinario de aseo, el establecimiento de exenciones,

rebajas o subsidios y la selección de modalidades de cobro de la tarifa, en el contexto de la ley de Rentas Municipales de 1995, mediante la publicación y distribución de este manual-instructivo.

De: Limpieza urbana / Tarifas (Servicios de saneamiento) /
Administración municipal / Manuales / Aspectos legales / Chile /
Ub: CEPIS / AIDIS-AR / ECO

Id: 105007 - RESTRINGIDO/6702/C18/31514

A: CalRecovery, Inc.

Ti: Guía para rellenos sanitarios en países en desarrollo.

Fu: Buenos Aires; CalRecovery; 1997. 323 p. ilus., tab. Preparado por encargo de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA).

Co: Presentado en: Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad. Mar del Plata, 17-21 mar. 1997.

Re: Contenido: Cap. 1: Introducción.- Cap. 2: Principios básicos de los rellenos sanitarios.- Cap. 3: Legislación sobre rellenos sanitarios.- 4: Características de los residuos sólidos.- 5: Impactos en los rellenos sanitarios de la desviación de residuos sólidos.- Cap. 6: Selección del sitio.- Cap. 7: Infraestructura.- Cap. 8: Diseño y construcción.- Cap. 9: Selección del equipo.- Cap. 10: Operación.- Cap. 11: Procesos del relleno sanitario.- Cap. 12: Formación de lixiviado y balance hídrico.- Cap. 13: Sistemas de colección y manejo de lixiviado.- Cap. 14: Extracción y uso del gas del relleno sanitario.- Cap. 15: Recuperación y utilización de recursos.- Cap. 16: Administración y registro de datos.- Cap. 17: Clausura, postclausura y acción correctiva.- Cap. 18: Consideraciones económicas.

De: Rellenos sanitarios / Rellenos de seguridad / Selección del sitio / Gestión / Costos y análisis de costo / Países en desarrollo /
Ub: CEAMSE / CEPIS / AIDIS-AR

Id: 113733 - 6000/C79/4082

Ap: Costa Leite, Luiz Edmundo.

Ti: Modelos de privatización del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina.

Fu: Washington, D.C.; OPS; 1997. 30 p. Tab. (Serie Ambiental, 17).

Re: Analiza los procesos de privatización en el sector de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Señala que estos procesos no son aislados, sino una consecuencia de la globalización de la economía y de los modelos neoliberales de desarrollo que la mayoría de países de la

a Región está adoptando.

El objetivo de la investigación es proporcionar orientación a las municipalidades que desean privatizar sus servicios e iniciar un proceso de evaluación para observar si este proceso está cerrando o ampliando la brecha de inequidad existente en la prestación de servicios a las comunidades más pobres de las ciudades.

De: Residuos sólidos/Residuos domésticos/Privatización/Gestión/
Ub: CEPIS

Residuos Sólidos Municipales - Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios, Manual, Septiembre, 1991 - Jorge Jaramillo, Programa de Salud Ambiental, Serie Técnica N° 28, OPS - OMS.

Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud, Ing. Henryk Weitzenfeld, OPS / OMS, México 1996.

ÍNDICE

Resumen

Prólogo

CAPÍTULO 1 *El manejo integral de los residuos sólidos urbanos*

1.1 La Agenda 21 y el manejo de los residuos sólidos urbanos.....	6
1.2 Definición y clasificación de los residuos sólidos urbanos.....	39
1.3 Estudios previos.....	44
1.4 La matriz general de planificación.....	57
1.5 Manejo integral de los residuos sólidos urbanos.....	61
1.6 Problemática ambiental de los RSU.....	75
1.7 Problemática económica de los RSU.....	78
1.8 Instrumentos regulatorios y económicos	81
1.9 Experiencias en otros países en desarrollo	91
1.10 Aspectos institucionales y de gestión en el ámbito nacional o regional.....	96

CAPÍTULO 2..... *Aspectos generales de identificación y formulación de proyectos de inversión.*

2.1 Introducción.....	105
2.2 El ciclo de vida de los proyectos.....	110
2.3 Formulación o preparación de proyectos de inversión.....	117
Anexo 2.1 Esquema resumido de preparación de proyectos.....	129

CAPÍTULO 3..... *Diagnóstico para la formulación de proyectos de inversión en el área de residuos sólidos*

3.1 Introducción.....	133
3.2 Identificación del problema.....	134
3.3 Diagnóstico de la situación actual.....	135
3.4 Sostenibilidad de proyectos de inversión.....	145

CAPÍTULO 4..... *Metodología para la identificación del problema y búsqueda de soluciones*

4.1 Identificación del problema.....	149
4.2 Postulación de alternativas. Selección de las alternativas a través de la metodología.....	158
4.3 Determinación de necesidades.....	160
4.4 Tamaño, localización y tecnología.....	172

CAPÍTULO 5..... *Identificación de alternativas de solución a problemas de manejo de residuos sólidos urbanos*

5.1 Introducción.....	183
5.2 Alternativas para la pre-recolección o almacenamiento.....	185
5.3 Alternativas para recolección y transporte.....	188
5.4 Alternativas para el tratamiento y valoración.....	202
5.5 Alternativa para el barrido de calles y áreas públicas.....	224

CAPÍTULO 6..... *Evaluación de alternativas de proyectos de inversión en manejo de residuos sólidos urbanos*

6.1 Introducción.....	229
6.2 Evaluación preliminar.....	230
6.3 Identificación de impactos positivos y negativos.....	231
6.4 Identificación de ingresos y costos para una evaluación económica.....	234
6.5 Criterios para la evaluación económica de alternativas.....	240
6.6 Análisis de sensibilidad.....	249

CAPÍTULO 7..... *Evaluación del Impacto Ambiental: conceptos y categorías*

7.1 Metodologías de EIA.....	264
7.2 Metodologías - Listas de Chequeo.....	277
7.3 Metodologías - Matrices de causa-efecto.....	279
7.4 La matriz de Leopold.....	282
7.5 El sistema de Battelle.....	284
7.6 Valoración económica de los impactos.....	285
Anexo 7.1 Listado de actividades del proyecto por fase.....	291
Anexo 7.2 Matrices de importancia.....	297
Anexo 7.3 Ejemplo de aplicación de la matriz de Leopold.....	303
Anexo 7.4 Ejemplo de la matriz de interacción.....	311
Anexo 7.5 Sistema de Battelle - Columbus.....	315
	321

Anexo 7.6 Instrumentos económicos en la gestión de residuos sólidos.....	
Anexo 7.7 Ejemplo de impactos de sistemas de captación y evacuación de desechos sólidos y posibles medidas de mitigación.....	

CAPÍTULO 8..... Participación y educación del público. :

8.1 Generalidades.....	327
8.2 Elementos que deben tomarse en cuenta en la participación para una gestión integral de los RSD.....	330
8.3 Costos y financiamientos de los programas.....	335

Anexo N°1..... SELECCIÓN DE EMPLAZAMIENTO PARA RELLENO SANITARIO (Criterios y propuesta metodológica)	337
--	------------

Anexo N°2..... CHEQUEO PARA VISITA A VERTEDERO.	347
--	------------

Anexo N°3..... MÉTODO PARA EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD DE VERTEDEROS Y MICROVERTEDEROS	353
--	------------

Anexo N°4..... PROYECTO PILOTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	369
--	------------

Anexo N°5..... MERCADO, POLUCIÓN Y CONGESTIÓN	391
--	------------

Bibliografía.....	395
--------------------------	------------

Bibliografía de REPIDISCA	413
----------------------------------	------------

Índice	
---------------	--



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001

Facultad de Ingeniería

División de Educación Continua

Departamento de Educación a Distancia

Tercer Curso Internacional en Manejo Local de Residuos sólidos Domiciliarios e Impacto Ambiental

Capítulo 1

Introducción

Este archivo proporciona información referente al software necesario para hacer uso del material didáctico del curso “Manejo Local de Residuos Sólidos Domiciliarios e Impacto Ambiental”.

El material didáctico que usted recibió consta de dos discos compactos uno conteniendo archivos con formato de Microsoft Word (archivos con extensión .doc) los cuales se pueden consultar haciendo uso de prácticamente cualquier procesador de textos reciente, por ejemplo MS Word 97 y 2000, Wordperfect, Star Writer, etc. El otro disco compacto contiene archivos con extensión .qxd que requieren un software especial para ser consultados.

Utilización de los archivos con extensión “.qxd”

Los archivos con extensión .qxd fueron realizados utilizando QuarkXPress y sólo podrán ser consultados utilizando este software. Éste disco compacto contiene una versión de demostración de dicho programa, consulte la sección Instalación de QuarkXPress para obtener información acerca de como instalarla. Opcionalmente, se puede descargar (download) la misma versión del sitio de Quark en Internet: <http://www.quark.com>

Advertencia: Debido a que la versión incluida en este disco es solamente con fines de demostración, tiene algunas limitaciones en su funcionamiento:

- Podrá consultar el contenido de todos los módulos del curso pero no le será posible realizar cambios.
- La función de impresión es limitada ya que muestra la leyenda “Quark demo” en todas las páginas impresas.

Si desea información acerca de cómo obtener una versión completamente funcional del software consulte la página web <http://www.quark.com> .

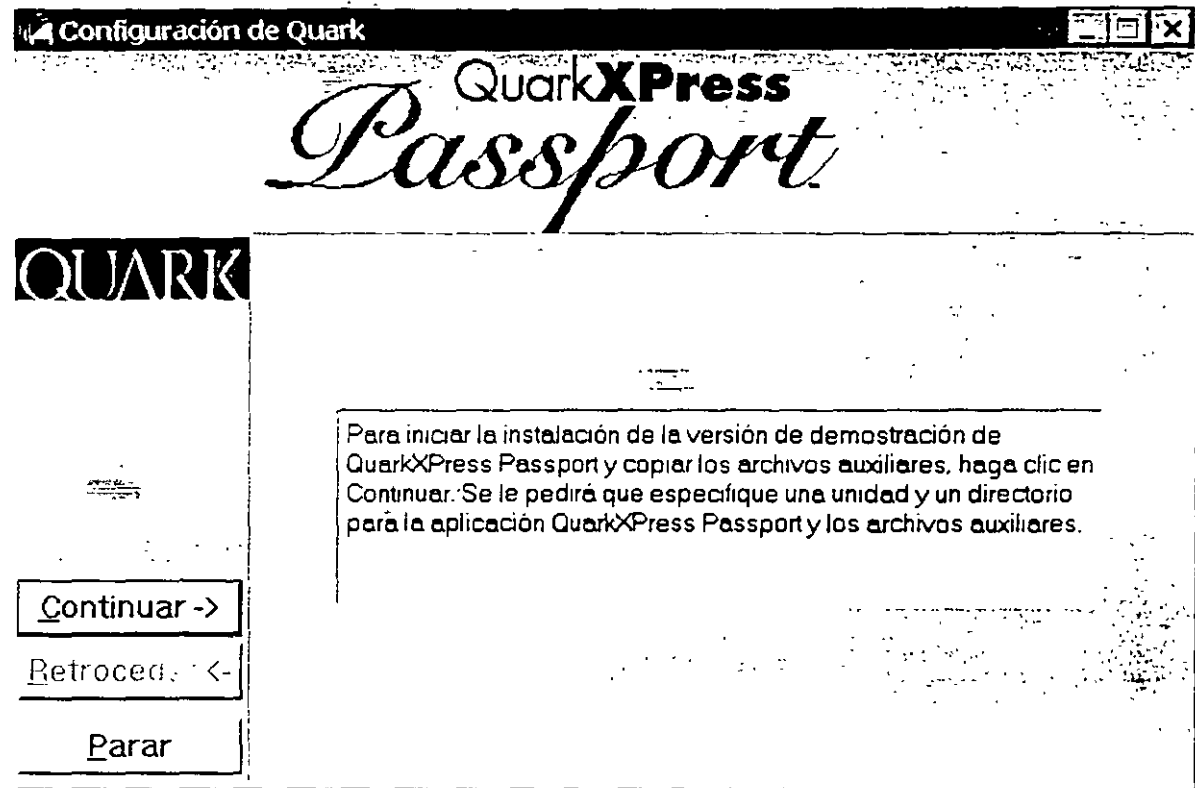
Uso de las fuentes (tipografías) incluidas en el CD-ROM.

Para que el contenido de los archivos con formato .qxd pueda ser mostrado en pantalla de manera correcta se deben instalar en su sistema las fuentes (tipos de letra) utilizadas en los diferentes módulos. Para conocer la manera de instalar dichos tipos de letra consulte la sección Instalación de las fuentes tipográficas .

Instalación de QuarkXPress

Para poder consultar el contenido de los archivos con extensión .qxd es necesario tener instalado QuarkXPress. El proceso de instalación se describe a continuación:

1. Al insertar el CD-ROM se abrirán dos ventanas: la primera contiene el archivo que está leyendo en este momento y la segunda presenta el programa de instalación de QuarkXPress en una pantalla como la siguiente:



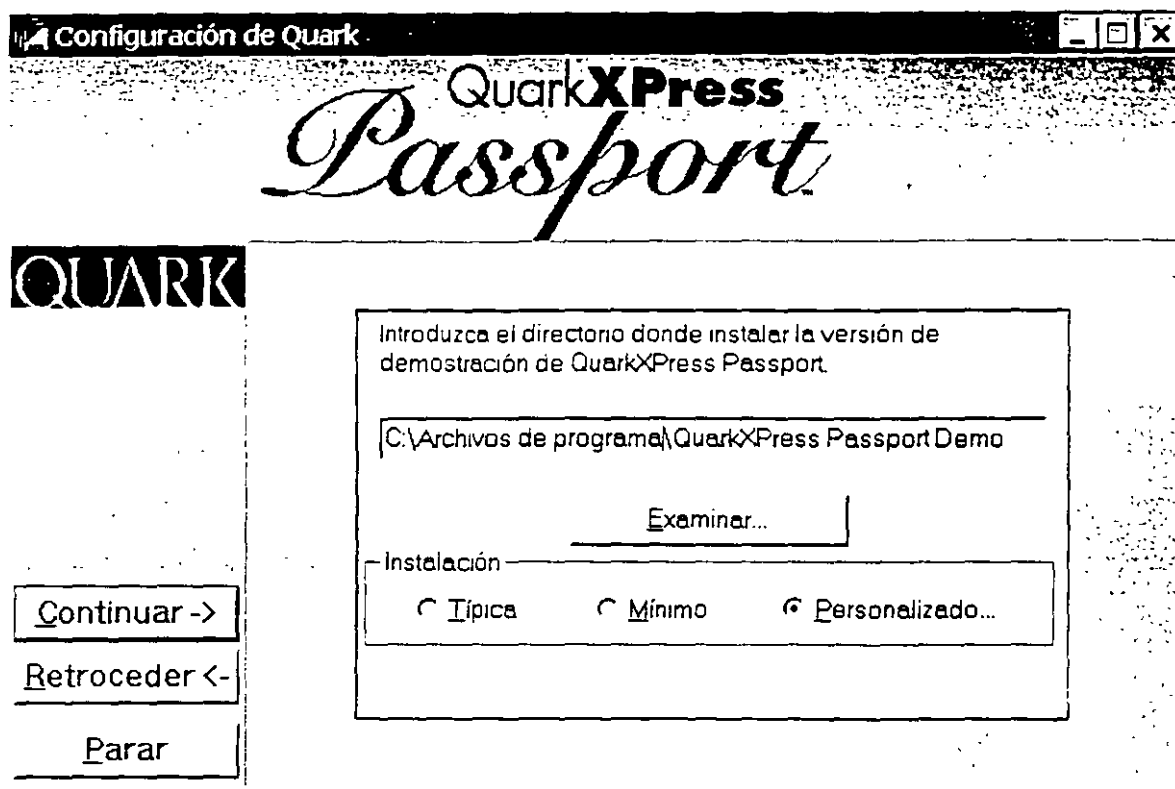
Si desea cancelar la instalación de QuarkXPress presione el botón "Parar".

NOTA: En caso de que el programa de instalación no se inicie de manera automática al insertar el CD, se puede iniciar la instalación manualmente. Abra el menú "Inicio", seleccione "Ejecutar" y teclee

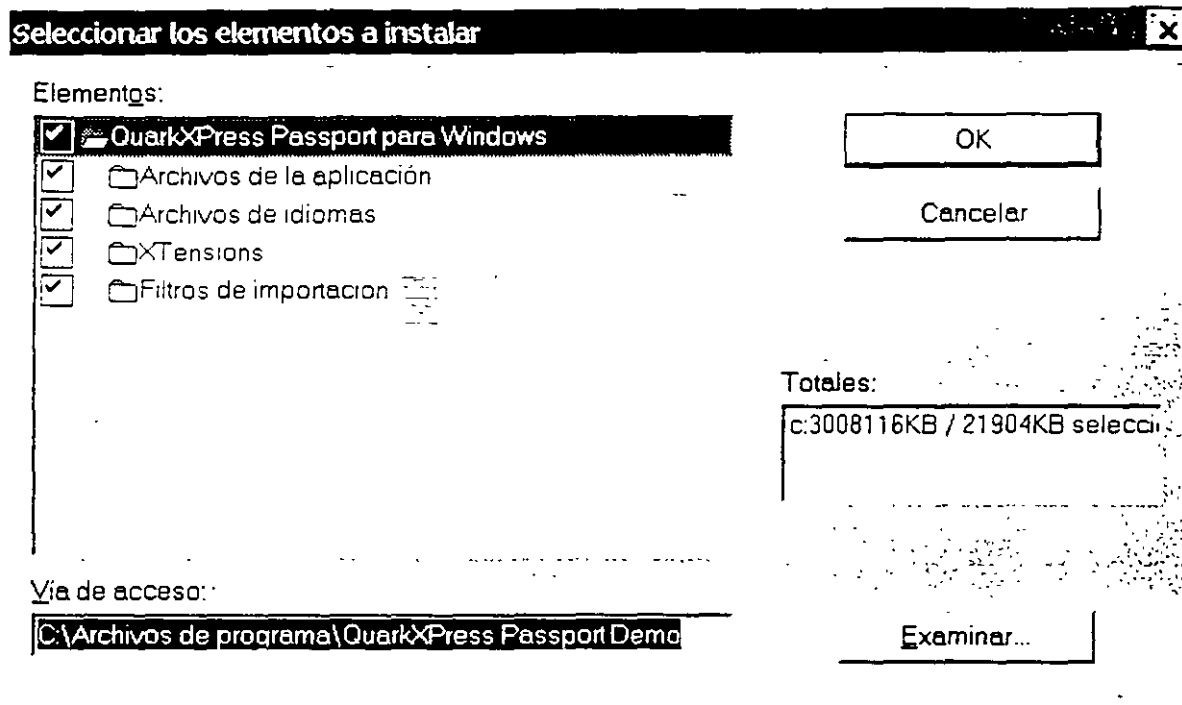
x:\Quark_Demo\Install.-PP\setup.exe

donde x es la letra de la unidad donde se insertó el CD del curso.

2. Presione el botón "Continuar", se le presentará la siguiente pantalla:

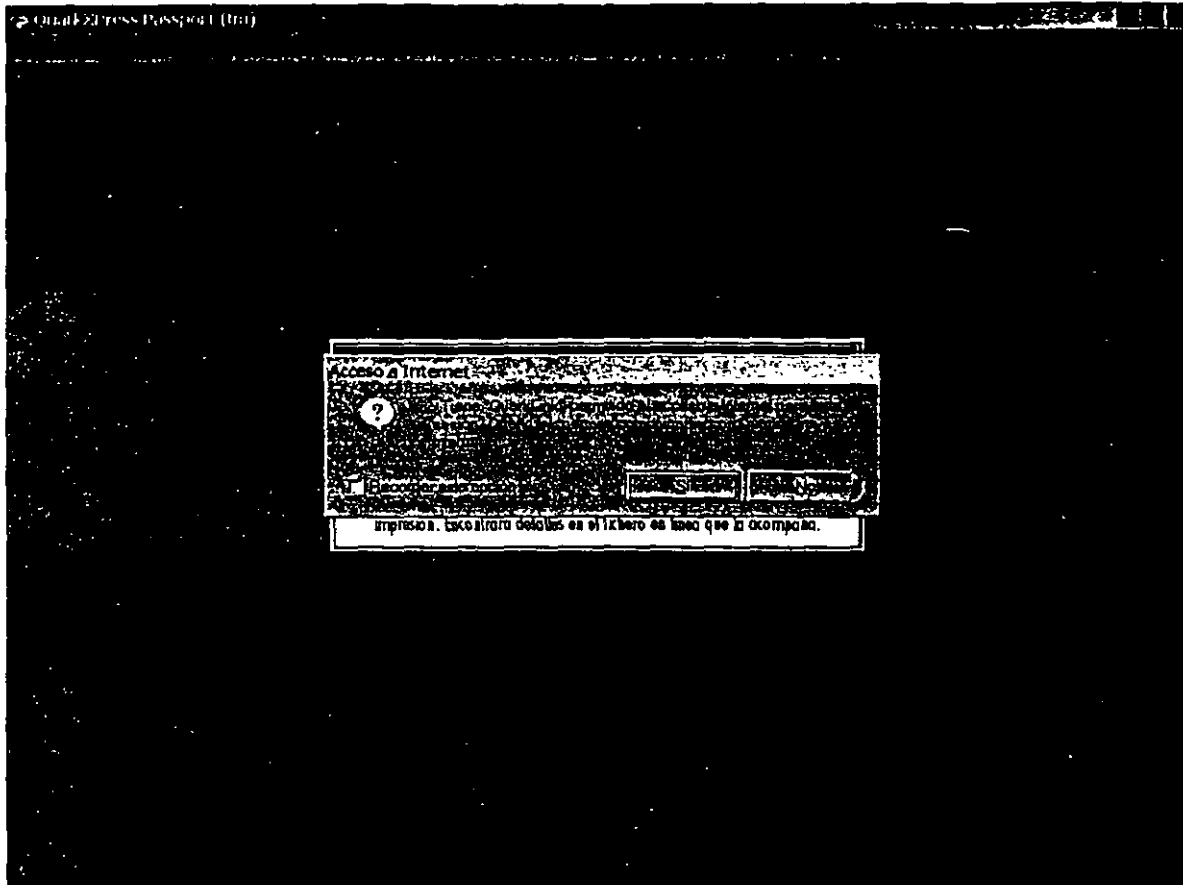


3. Elija la instalación personalizada para asegurar que todos los componentes necesarios sean instalados, después de hacer clic sobre la opción "Personalizado...", presione el botón "Continuar".
4. En la ventana que se abre a continuación, seleccione todos los componentes y presione el botón "OK", tras lo cual regresará a la pantalla anterior.



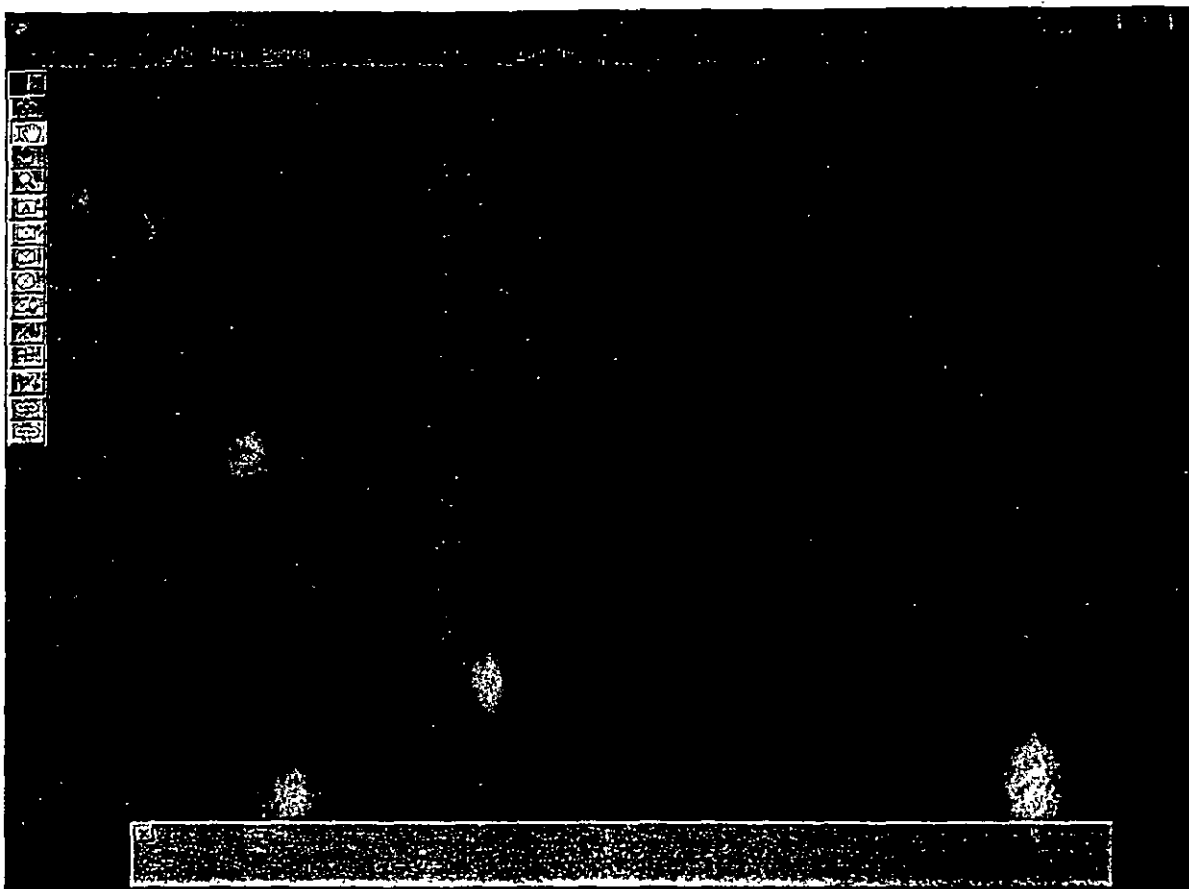
5. Presione "Continuar" y se iniciará el copiado de los archivos necesarios al disco duro.
6. Si así se le solicita, reinicie la computadora.

Una vez terminada la instalación se habrá creado en su menú Inicio un grupo de programas llamado "Demo QuarkXPress Passport" desde el cual se tiene acceso a QuarkXPress. La primera vez que haga clic sobre este acceso directo se le mostrará la siguiente pantalla:



La finalidad de esta ventana es solicitar su autorización para enviar información de tipo estadístico vía Internet a los desarrolladores del software, si usted esta de acuerdo en enviar dicha información haga clic en el botón "Si" de lo contrario presione el botón "No". Para evitar que se le vuelva a realizar esta pregunta haga clic sobre la casilla de selección "Recordar esta opción". El funcionamiento del software no se ve afectado de ningún modo por responder afirmativa o negativamente a esta solicitud.

Una vez aceptada o rechazada la solicitud anterior se presenta la interfase de usuario de QuarkXPress:



Uso de QuarkXPress para la consulta del material didáctico

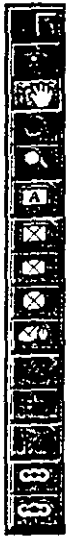
Para abrir cualquiera de los módulos del curso bastará con hacer doble click sobre el nombre del archivo en la ventana del explorador de Windows; sin embargo, aquí se dará una explicación de cómo abrir uno de los módulos desde QuarkXPress.

La interfase, hasta este momento consta de tres partes:

- La barra de menús



- La caja de herramientas:

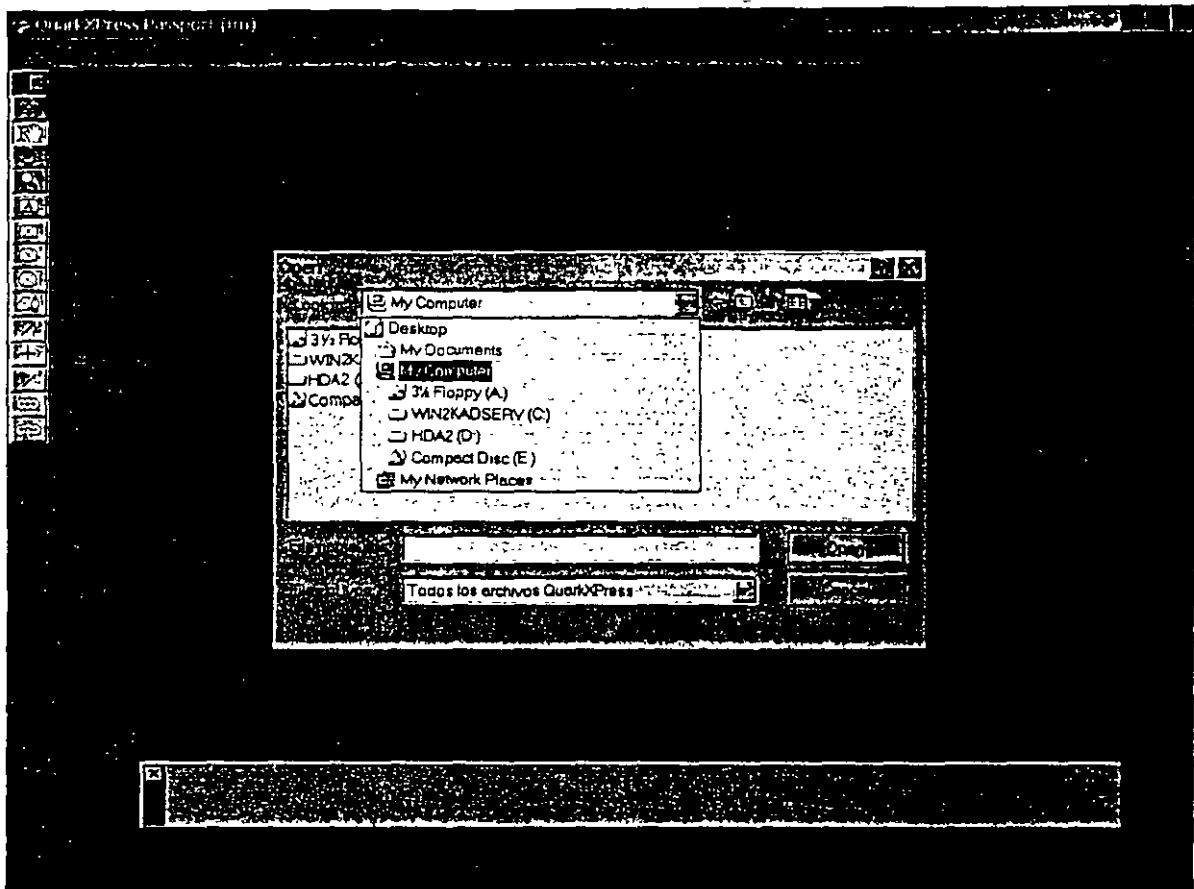


- La paleta:

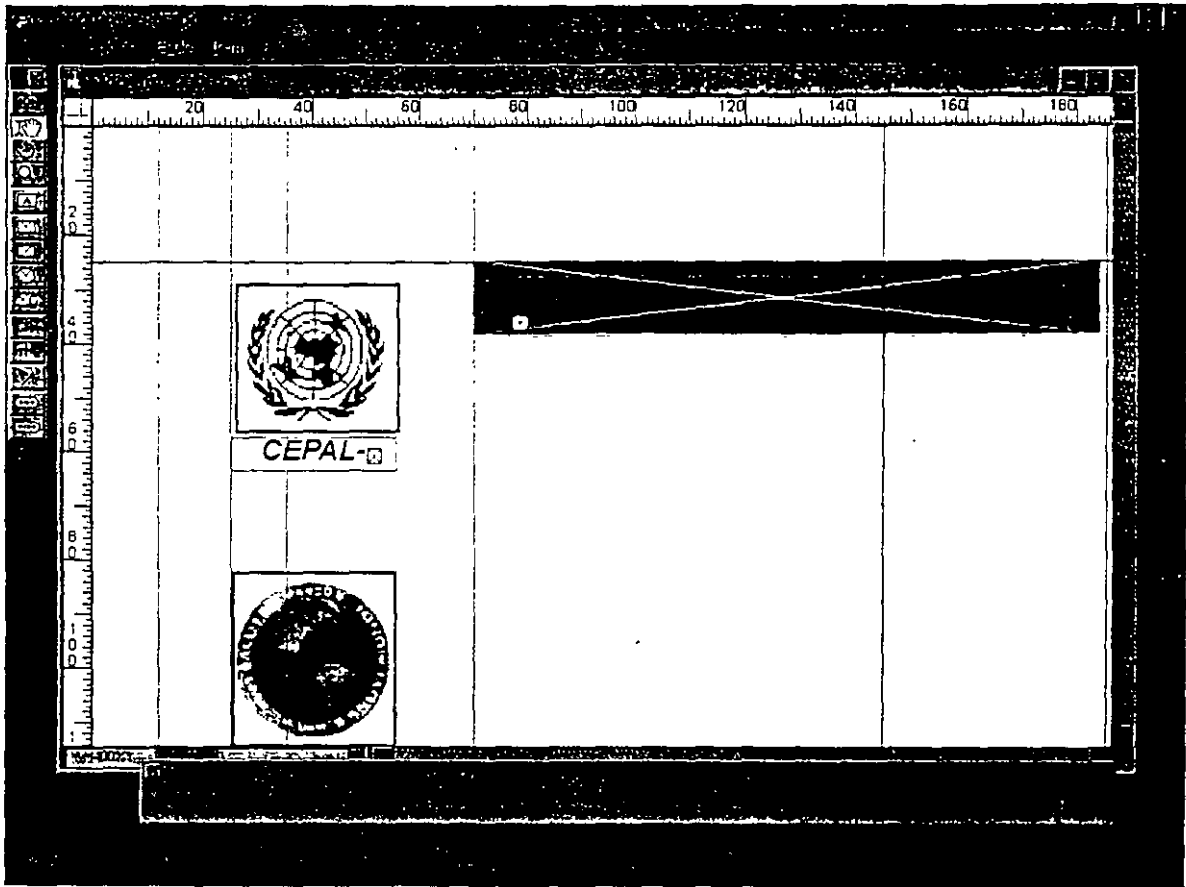


Para abrir algún módulo debe seguir el siguiente procedimiento:

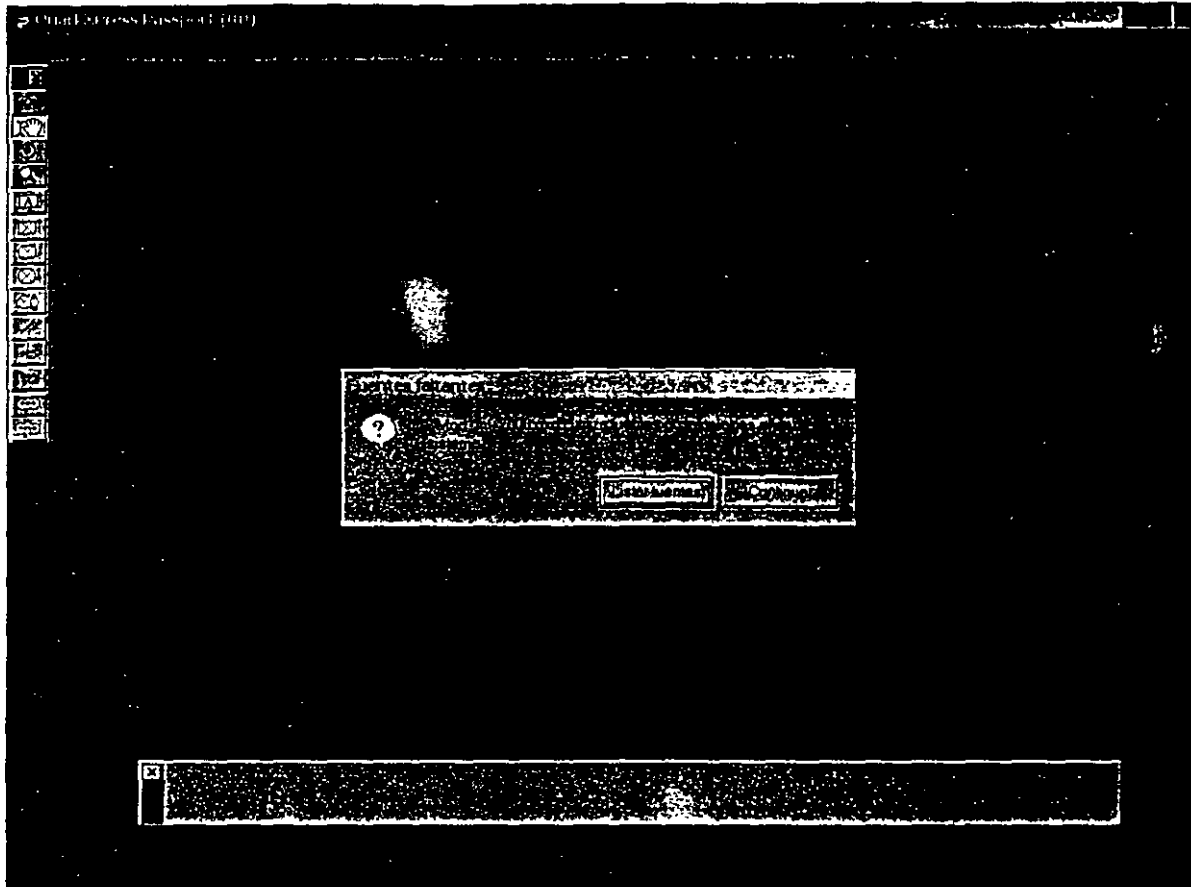
- Haga click en el menú archivo y seleccione abrir, se le mostrará un cuadro de dialogo en el que podrá seleccionar el archivo deseado:



Seleccione La unidad de CD-ROM, el directorio y el archivo del módulo que desea consultar y presione el botón "Abrir " u "Open", en la pantalla se mostrará el contenido del módulo seleccionado.



Nota: Si se le muestra una pantalla como la siguiente:

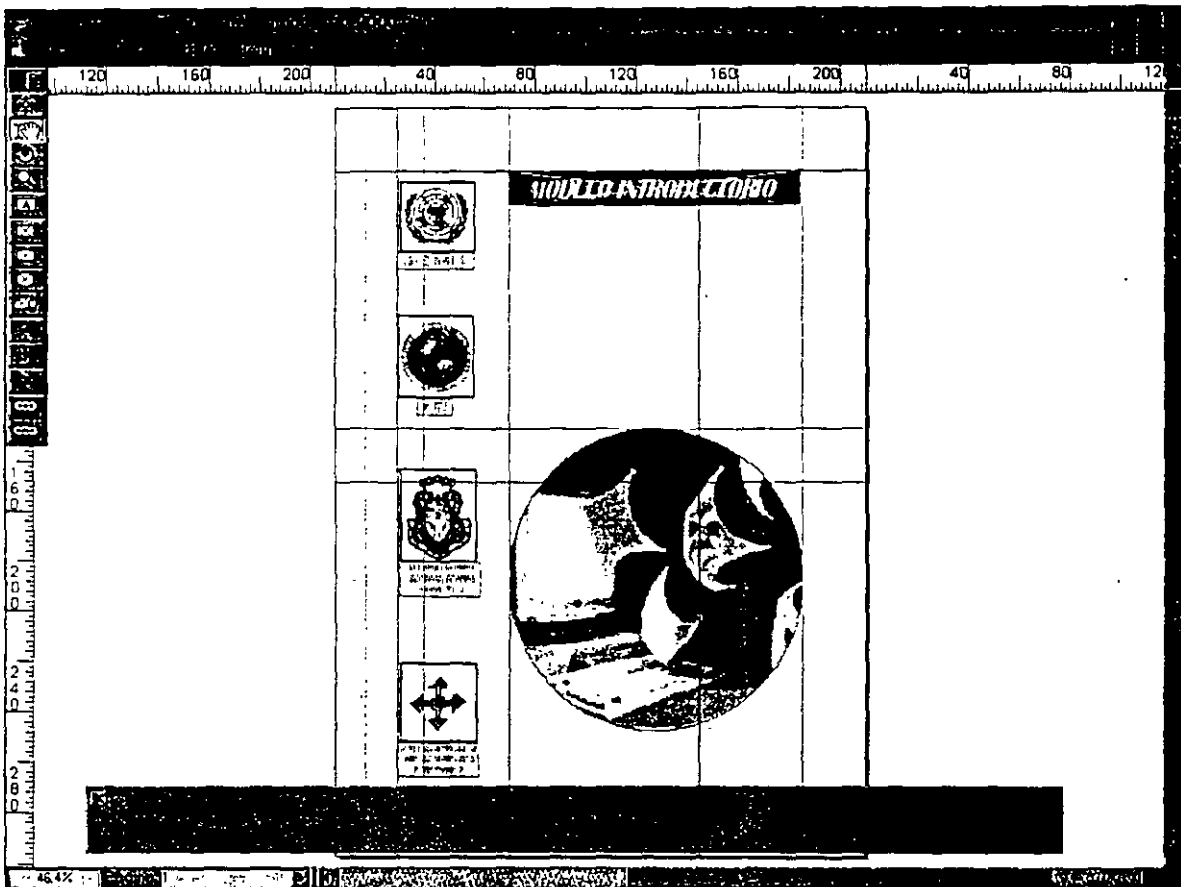


significa que el sistema no tiene instaladas las fuentes (tipos de letra) necesarias para mostrar la información correctamente, consulte la sección Instalación de las fuentes tipográficas para obtener información acerca de éste problema.

En algunos casos no se podrá observar el contenido de la página completa en la pantalla al momento de abrir el archivo. Para ampliar el tamaño de la ventana del documento haga click en el botón de maximización en la esquina superior derecha de la ventana que contiene el documento:



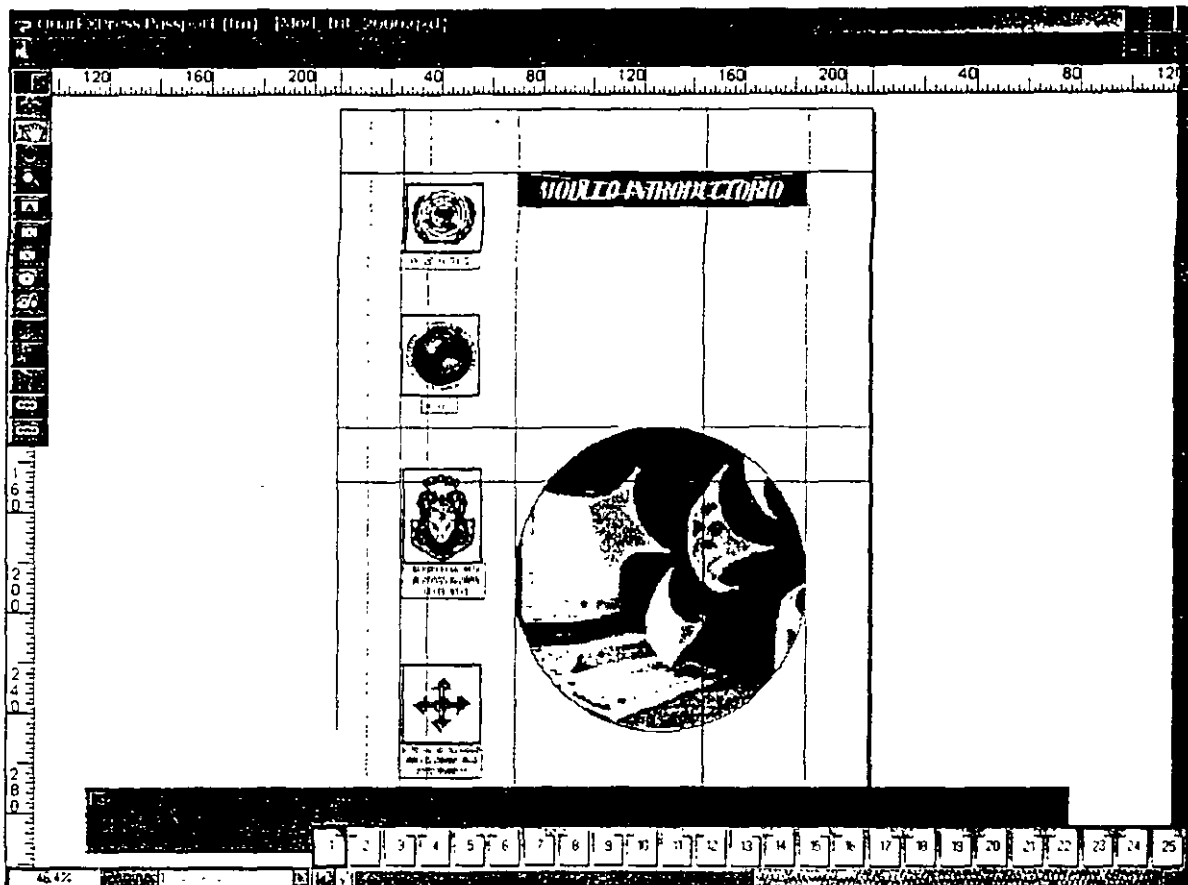
De esta manera se consigue una ampliación del área de trabajo. Si aún así no puede ver toda la página, haga click sobre el menú "Visualización" y seleccione "Encajar en página" de esta manera se puede ver el contenido de toda la página en la pantalla:



Una vez abierto el documento se muestran nuevos elementos dentro de la interfase de QuarkXPress entre ellos la barra de visualización, que se encuentra en la parte inferior izquierda de la pantalla y que indica la escala en la que se está observando el documento y la posición actual dentro del documento:



Cuando se hace click sobre la flecha de la barra de posición, se muestra una serie de iconos que representan cada una de las páginas que forman parte del documento actual:



Desplazando la barra de desplazamiento horizontal



podrá desplazarse a través de todas las páginas del documento.

Para trasladarse a una página determinada tiene dos posibilidades:

1. Haga click sobre el icono que la representa, en la pantalla se mostrará la página seleccionada.



2. Dentro del cuadro de texto de la barra de visualización, escriba el número de la página a la que desea trasladarse y presione "Enter".



Cuando algunas partes del texto no sean legibles debido al tamaño de la letra, utilice la herramienta "Zoom" para ampliar el tamaño del texto.

En la Caja de herramientas localice la herramienta "zoom" y haga click sobre ella.



Una vez seleccionada la herramienta el puntero del mouse cambiará de forma y se presentará como una lupa con un signo de suma en su interior, cada vez que se haga click sobre el documento, la zona donde se encuentra el puntero se ampliará.

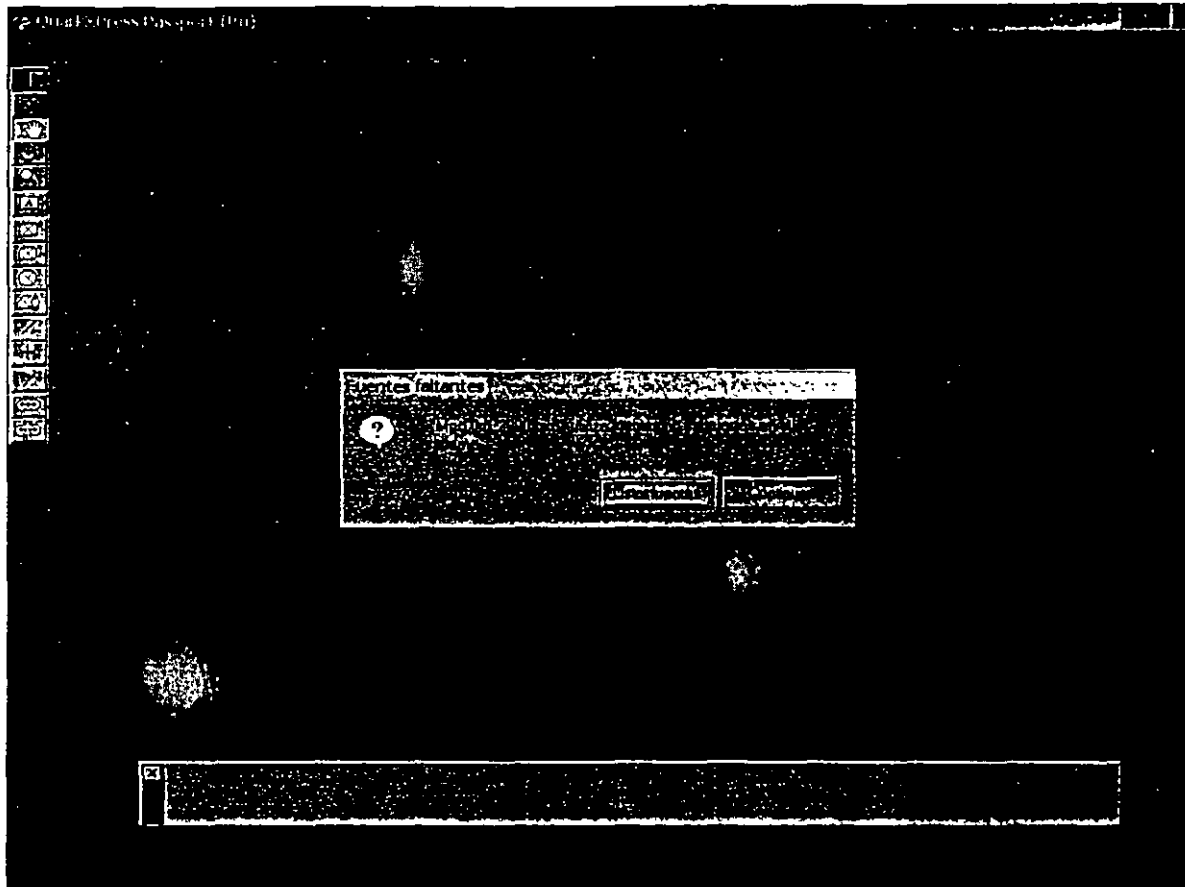
Si quiere ampliar el tamaño de una zona mas específica presione el botón izquierdo del mouse y, sin soltarlo, mueva el mouse hasta definir un área rectangular, cuando haya definido dicha área suelte el botón, el área dentro del rectángulo pasará a ocupar toda la ventana de QuarkXPress.

Hasta aquí se a explicado el uso básico de QuarkXPress para consultar el contenido del curso para ampliar la información acerca del uso de este software consulte la ayuda del mismo haciendo click sobre el menú "Ayuda" y seleccionando "Temas de ayuda".

Instalación de las fuentes tipográficas

Para que QuarkXPress pueda desplegar correctamente el contenido del curso, es necesario tener instaladas las fuentes tipográficas contenidas en el CD-ROM del curso.

En caso de no tener instaladas las fuentes necesarias, al tratar de abrir algún archivo que contenga tipos de letra no instalados en el sistema se le mostrará el siguiente cuadro de diálogo:

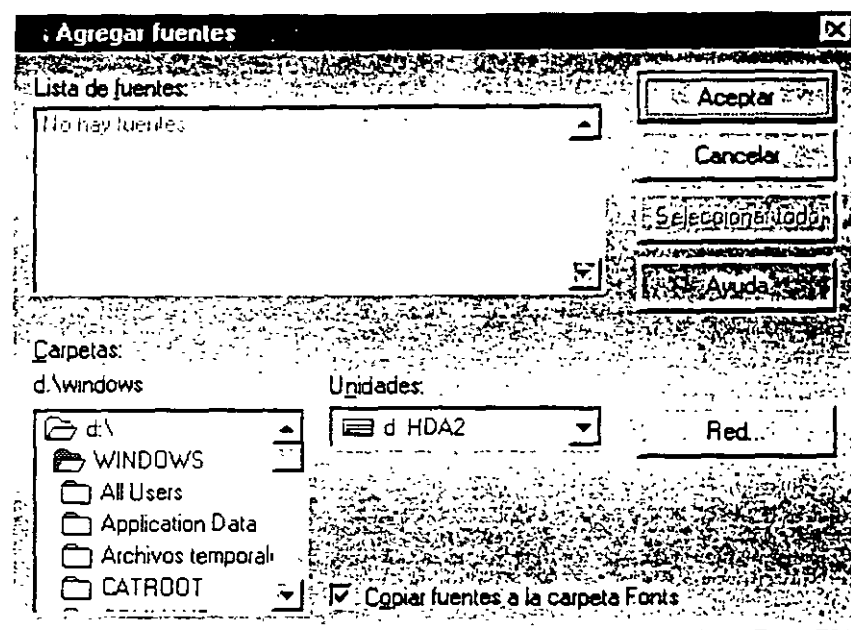


Aunque QuarkXPress puede desplegar el contenido del curso, éste no se mostrará de forma correcta, por ésta razón debe instalar las fuentes como se muestra a continuación.

1. Presione el botón "Listar fuentes" para que QuarkXPress le muestre cuales son las fuentes faltantes.
2. Abra una ventana del Explorador de Windows y abra una de las siguientes carpetas:
 - a) El directorio "x:\windows\fonts" si tiene instalado Windows 95 o 98
 - b) El directorio "x:\winnt\fonts" en caso de tener instalado Windows 2000 o NT

En ambos casos x representa la letra de la unidad donde está instalado el sistema operativo.

3. Haga click sobre el menú archivo y seleccione "Instalar nueva fuente". Se abrirá el cuadro de diálogo de instalación de fuentes:



4. Seleccione la unidad de disco y el subdirectorio donde se encuentre el módulo que quiere consultar una vez dentro de ésta carpeta haga doble click sobre la carpeta llamada "Tipografías", el sistema buscará los archivos de fuentes presentes en la carpeta, una vez que se muestren todas las fuentes (el botón "Seleccionar todo" estará habilitado), seleccione las fuentes que fueron indicadas por QuarkXPress en el paso 1 y presione el botón "Aceptar". El sistema comenzará a instalar las fuentes.

NOTA: En caso de que alguna de las fuentes ya se encuentre instalada, el instalador le presentara un cuadro de diálogo indicándole que esa fuente en particular ya está instalada, presione el botón "Aceptar" para omitir la instalación de esa fuente en particular y permita que el programa de instalación termine de instalar las fuentes restantes.

5. Cuando el programa de instalación haya terminado de instalar las fuentes, presione el botón "Aceptar" del instalador de fuentes para terminar el procedimiento.

Ahora QuarkXPress ya podrá mostrar el contenido del curso correctamente.

INSTITUCIONES RESPONSABLES



CEPAL-LPES

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación
Económica y Social (ILPES)

Coordinación: Edgar Ortegon



OPS

Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



U.N.C.-F.C.E.

Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)

Coordinación: Dalmira Pensa



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***



AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Ilpes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero





Presentación

A través de esta breve presentación, abrimos un proceso de intercambio que aspiramos sea permanente, entre organizadores, docentes y todos los que hayan decidido iniciar el camino propuesto para este curso.

Dialogar a distancia, sabemos, supone el desafío de aprender formas de relación con las que no todos estamos familiarizados, y será para docentes, organizadores y participantes, un objetivo primordial al tiempo que la condición que hará posible concluir satisfactoriamente este emprendimiento.

Con el Módulo Introdutorio pretendemos alcanzar los objetivos de informar y orientar al participante sobre el alcance y las características del curso, sobre:

- * sus componentes organizativos básicos,
- * sus materiales de estudio y
- * las variadas acciones individuales o grupales que se proponen para encarar un proceso de estudio sistemático.

Así como invitación a la más activa participación posible, sirva esta apertura de bienvenida a un espacio de relaciones que crece en la distancia.



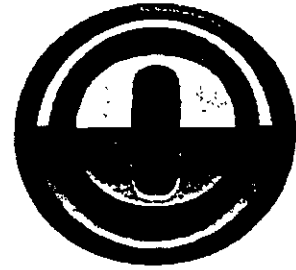
Razones de este curso

En el marco de la sustentabilidad ambiental y de los procesos de urbanización, privatización y descentralización, la gestión integral de los residuos sólidos urbanos constituye hoy una preocupación de singular importancia por sus impactos directos e indirectos, algunos de ellos irreversibles y permanentes, tanto sobre el medio ambiente (aire, agua, tierra, paisaje) como sobre la salud de la población.

Desde diversos ángulos la gestión de los residuos sólidos urbanos tiene una nueva connotación, por tratarse de una actividad que produce impactos negativos en ambientes físicos y sociales y donde la complementariedad entre mercado e intervención estatal puede lograr soluciones eficientes y equitativas.

Un problema central en América Latina y el Caribe es la elevada generación de residuos, la ausencia de mecanismos que posibiliten su reciclaje y las formas de disposición final o basureros sin el tratamiento adecuado, situación que se agudiza en





Objetivos

En terminos generales, a traves de esta propuesta de trabajo se aspira a promover la comprension del problema de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, buscando alternativas de solución dentro de las opciones que el medio local permita.

Con una metodología activa y articulando equilibradamente aspectos teóricos y practicos, el curso se propone los siguientes objetivos especificos:

- * Fortalecer la capacidad institucional y humana para mejorar los procesos de identificación, evaluación y gestión de diversas alternativas para la Gestión Integral de residuos sólidos urbanos en los ambitos local y regional teniendo en cuenta el impacto ambiental.

- * Promover la participación sistemática del conjunto de actores involucrados en la problemática de la gestion integral de residuos solidos urbanos, desde una perspectiva de mejoramiento de la calidad de las redes sociales y de vida.

- * Apropiarse de herramientas conceptuales, metodos, normas y procedimientos apropiados para abordar problemas de gestion integral de residuos sólidos urbanos, que reconozcan las particularidades locales a la vez que los acuerdos internacionales, en relacion con una problemática comun.

- * Elaborar un proyecto de gestion integral de residuos sólidos urbanos teniendo en cuenta las realidades especificas en las que se actúa.

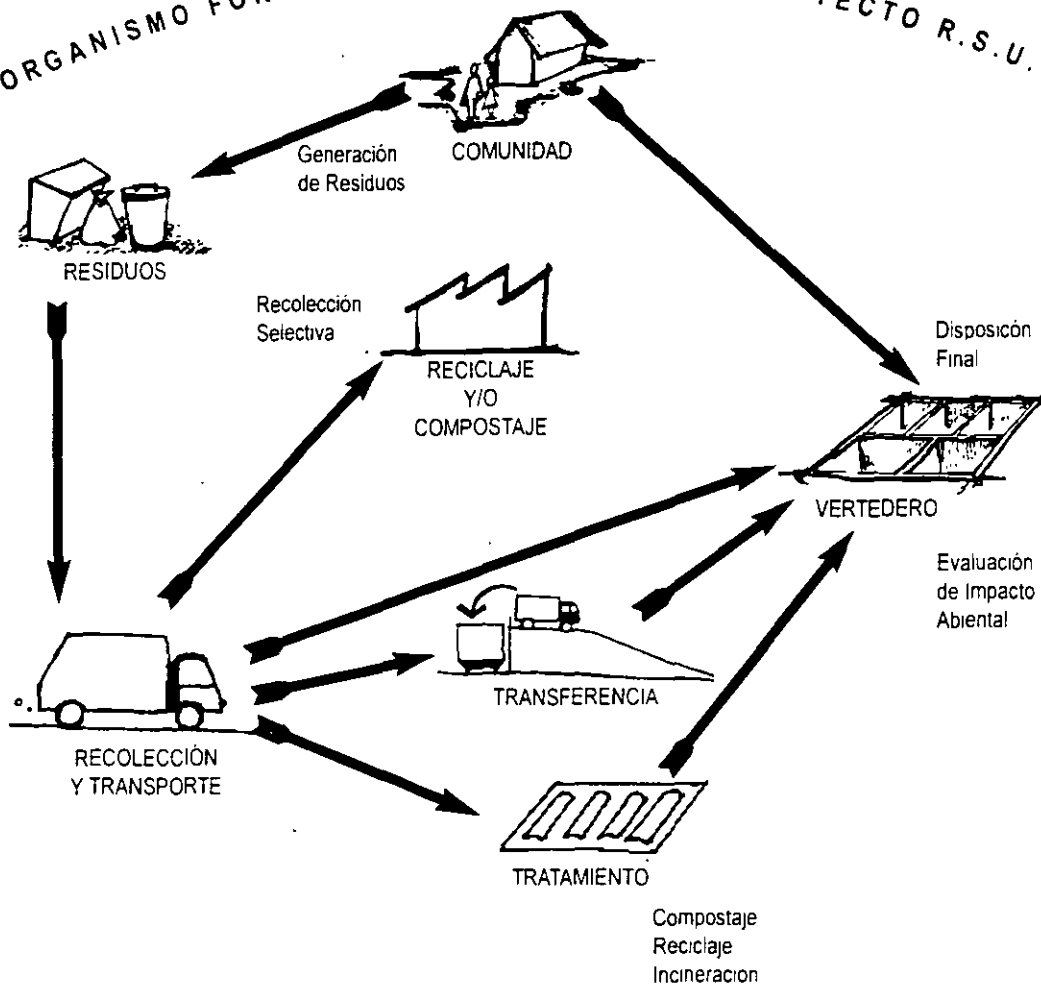
- * Aprovechar la disponibilidad de nuevas tecnologias de la información y la comunicacion, apuntando a un trabajo colaborativo, interpersonal e interinstitucional, en un escenario de intercambio de opiniones, experiencias y conocimientos sobre la tematica objeto del curso.



Esquema de contenidos

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

ORGANISMO FORMULADOR Y EJECUTOR DE PROYECTO R.S.U.



concepto de manejo integral que contempla el ciclo de vida de la producción y el consumo de bienes y servicios.

El enfoque integral mencionado, consiste en diseñar programas de manejo de residuos sólidos que contemplen la jerarquización de objetivos de cuatro áreas de acción consideradas en el programa:

- * Promoción del tratamiento y disposición final
- * Expansión de la cobertura de recolección
- * Minimización de la generación de residuos
- * Maximización del reuso y el reciclaje ambientalmente adecuado

La figura que incluimos a continuación es una representación gráfica de las cuatro áreas del programa del capítulo 21. Es conveniente destacar que, para los países en desarrollo, las áreas de recolección y disposición son muy importantes pues aún no se ha logrado una cobertura universal y además son las dos áreas que tienen influencia directa sobre la salud pública y la contaminación ambiental.

Los países desarrollados, en cambio tienen una cobertura casi universal por lo que sólo deben concentrarse en mantener la cobertura y mejorar la calidad. Estos países lógicamente ponen mucho más empeño en los programas de minimización y reciclaje. Los países en desarrollo recién comienzan a experimentar algunas actividades, generalmente a nivel local y sólo en unas pocas ciudades o a menudo únicamente en sectores de las ciudades.

Las dos últimas áreas se relacionan más con la conservación de los recursos naturales y energía. Por ello en algunos países han surgido grupos de personas que exigen que se ponga mayor atención a estos puntos, a veces pidiendo que se adopten programas y metas parecidos a los de los países desarrollados sin tomar en cuenta que aún tenemos problemas de cobertura de los servicios básicos de recolección y disposición final.

Indudablemente un proyecto integral de manejo de residuos debe contener las cuatro áreas de acción, pero en nuestros países se debe hacer un balance más cuidadoso sobre las partes a las que se dedicarán los escasos recursos municipales, ya que los cuatro tipos de programas tienen un costo asociado. Es decir que en contra de la creencia popular, el reciclaje de residuos urbanos tiene un costo y muy raramente tiene utilidades.





Metodología de trabajo: La Modalidad a Distancia

Qué significa enseñar y aprender a distancia

Iniciamos nuestro diálogo con la idea que muy probablemente, no sea familiar para todos los involucrados en este curso lo que significa, el alcance, las ventajas y dificultades, los pormenores, el cotidiano de lo que denominamos un desafío: enseñar y aprender a distancia. A pesar que esta modalidad ya es en cierto sentido "vieja", no es por todos conocida, ni mucho menos experimentada.

La imagen más típica que tenemos cuando pensamos en una situación de enseñar y aprender, es la interacción presencial, denominada a menudo cara a cara, de docentes y estudiantes en relación con algún conocimiento que es de valor compartir.

La enseñanza y el aprendizaje en la modalidad a distancia implican necesariamente personas en interacción en torno de conocimientos, pero la forma de esos intercambios se modifica sustancialmente en dos aspectos de importancia: el espacio y el tiempo.

Reflexionemos sobre estas cuestiones, situados en el polo de la enseñanza:

* Las interacciones se diversifican, siendo las predominantes aquellas que se concretan a través de múltiples mediadores (textos impresos o informatizados, módulos y guías de trabajo, formas interactivas también informatizadas, medios audio-visuales, experiencias satelitales, además de algunos encuentros cara a cara, no siempre factibles debido a la distancia geográfica).

* Así, el espacio deja de ser el aula en sentido clásico -en realidad, el lugar en que en general nos hemos formado- y puede llegar a ser hasta un espacio-aula virtual, cuando se trata de interacciones informatizadas, ámbitos colectivos de encuentros satelitales, etc



Por qué la modalidad a distancia en este curso

Enseñar y aprender a distancia en el marco de una red internacional constituye una posibilidad para aproximarnos a los espacios alejados de los centros urbanos más favorecidos, proposito de vital importancia en relación con la temática del curso.

La modalidad a distancia, a la vez que permite reconocer la diversidad regional, tiene la particularidad de respetar los procesos y formas de aprender individuales como base para el conocimiento compartido, siempre contemplando en la propuesta de trabajo la necesaria adecuación de los esfuerzos personales a las demandas que seguramente afrontan los participantes en relación con sus contextos de inserción laboral.

Partimos de la base que la mayoría de quienes se involucran en esta experiencia, tienen compromisos profesionales, de gestión, etc, que muy probablemente sean las exigencias principales a atender en su vida cotidiana. Será necesario en ese marco, darle un lugar al tiempo de lectura, de discusión con colegas, de búsqueda de información, de elaboración de nuevas ideas, lugar que seguramente redundará en un mejoramiento de las propias demandas del trabajo profesional o de gestión.

El curso se basa en una metodología activa y participativa orientada a "aprender haciendo" a través del aprendizaje gradual de conceptos, técnicas y procedimientos y su simultánea aplicación en la elaboración de un proyecto específico.

Privilegia el entorno local por encima del metropolitano por cuanto en las grandes ciudades existe una mayor capacidad institucional y técnica para resolver este tipo de problemas. Sin embargo, el contenido también facilita a los conocedores del tema abordar mejor el fenómeno en los grandes conglomerados urbanos.

Para uno y otro caso, es indudable que por las características aludidas de inserción laboral y por la distancia geográfica de esos entornos locales, se hace imprescindible apelar a los mejores recursos que nos brinda la modalidad a distancia, adaptados a este caso particular.

Varias son las alternativas dentro de la modalidad a distancia que hemos incorporado para la concreción de este curso:





Materiales

Vamos a precisar en este apartado las características principales de los materiales que cada participante recibirá, con los contenidos del curso de modo integrado.

Ellos son básicamente:

- * Cinco Módulos de estudio
- * Un documento de apoyo, con materiales de profundización de los temas presentados en los Módulos y para la realización del proyecto.
- * El diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe proporcionado por BID/OPS en disquette.
- * El acceso a Red Panamericana de Información: **REPIDISCA**

La experiencia en el desarrollo del curso nos indica que muchos de los mejores aprendizajes logrados en relación con el tema se deben a un intenso trabajo del participante con el conjunto de los materiales, no con ellos tomados aisladamente. Ese intenso trabajo, por supuesto, se complementa con una activa y permanente recuperación de la experiencia personal e institucional en los temas que se tratan. Creemos que ese es un buen camino que convocamos ahora a transitar.



Materiales

El texto de los módulos se organiza con los siguientes apartados:

Objetivos de aprendizaje
Programa analítico
Desarrollo temático
Actividades de aprendizaje
Pistas de autoevaluación

¿En qué consiste cada uno de estos componentes? ¿Para qué sirven?

* **Objetivos de aprendizaje.** Constituyen orientaciones fundamentales tanto del proceso de estudio como de los conocimientos que se espera logren los participantes al concluirlo. En este sentido, son criterios importantes en las diferentes instancias de evaluación. Volver a los objetivos "mientras" se estudia, suele ser de valor para situar al participante en expectativas de logro.

* **Programa analítico.** Incluye un listado de los contenidos que presenta el módulo, ordenados según una estructura lógica que ayuda a la comprensión del conjunto del tema tratado. Un programa puede ser visto como un elemento formal o convertirse en una verdadera ayuda, si se utiliza como herramienta que permite visualizar sintéticamente, el alcance dado a la temática que se aborda.

* **Desarrollo temático.** Se presentan, describen y analizan los conceptos centrales y sus relaciones, siguiendo criterios pedagógicos que pretenden facilitar su comprensión. Por tratarse de un material impreso que será estudiado "a distancia" se ha intentado recuperar la palabra del docente - especialista generando un texto tan ameno como amplio en el tratamiento teórico-técnico de los temas propuestos.



* **Pistas de autoevaluación.** Se trata de orientaciones conceptuales que permitan al participante reflexionar sobre las respuestas que él mismo ha elaborado en las actividades de aprendizaje, detectando problemas, dificultades y/o aciertos en su proceso de aprendizaje. Sólo las actividades teórico-conceptuales cuentan con pistas autoevaluativas, pues las respuestas de las actividades que implican un trabajo de campo quedan sujetas a situaciones muy particulares que difícilmente se puedan prever con anticipación.

Ahora si veamos un poquito cómo trabajar con estos componentes. Surge fundamentalmente una pregunta: el orden de la presentación en cada módulo ¿indica el orden en que debe encararse su lectura y estudio?

En principio, podríamos decir que en ese orden se refleja una manera de entender el proceso de aprendizaje, es decir, partiendo de una situación general, vamos arribando a cuestiones más específicas a la vez que más complejas

Los objetivos o el programa cumplen esa función, de ubicar al participante en logros esperados y en el alcance de los conocimientos que se tratan en términos muy globales y luego es en el desarrollo temático y en las actividades de aprendizaje donde esa propuesta general toma cuerpo. De la misma manera, autoevaluarse revisando las pistas de autoevaluación, es una tarea que lógicamente, es típica realizar al finalizar el recorrido del módulo.

Sin embargo, sabemos que aprendemos en una permanente ida y vuelta entre lo general y lo particular, entre los procesos que nos permiten ver sintéticamente los asuntos en los que nos ocupamos y la actividad de análisis, de detenernos en los detalles.

Desde esta perspectiva es que pensamos que el orden con que se trabaja con el texto de los módulos puede e incluso debe ser modificado en más de una oportunidad.

Un ejemplo de ello es cuando debemos regresar a un módulo anterior para precisar algún concepto, o cuando partimos de mirar las consignas para autoevaluarnos, que nos indican el acento puesto por los profesores en ciertas cuestiones.

Una sugerencia que consideramos apropiada es la de comenzar con una primera lectura general de TODO el Módulo, de modo tal de reconocerlo en sus aspectos esenciales, en su alcance, en el nivel de profundidad esperado, en las acciones que demanda desde el punto de vista del aprendizaje del alumno. Una vez abordado en general, será el tiempo de detenerse en sus particularidades.



Materiales

- * Epidemiología y Toxicología Ambiental
- * Aguas Residuales
- * Abastecimiento de Agua
- * Ingeniería Sanitaria y Ambiental

La experiencia en el abordaje de estas temáticas indica que mucho de lo que se conoce no se encuentra adecuadamente sistematizado. Antes, constituye un saber disponible en el plano personal, de algunas instituciones, en todo caso local.

En este sentido, es un beneficio de gran valor formativo e informativo contar con la posibilidad de acceder a una Red de información que supera los límites locales, pues permite ver qué problemas se le presentan a otros, con qué criterios y cómo llegan a resolverlos, los enfoques predominantes para tratarlos, en fin, toda ella información que posibilita comparar lo local con otras experiencias.

Es por ello que invitamos al participante a hacer uso de REPIDISCA como un material de carácter complementario de valor en este curso. Está dirigido especialmente a quienes estén interesados en profundizar sobre algunas de las temáticas propuestas y que además cuenten con la posibilidad de acceso a INTERNET. Ciertamente es que no todos los participantes pueden contar con esa posibilidad, pero cada vez se amplía más esa alternativa. Quienes no cuenten con ella, y estén interesados, será preciso que lo hagan conocer a los organizadores.

La búsqueda de información gratuita se puede realizar a través de la Página Web www.cepis.org o por correo electrónico usando el **LISTERVER**.

¿Qué es una página web?

Para quienes no estén familiarizados, la página web es un organizador informatizado de un conjunto de información acerca de diversas cuestiones, entre ellas, la descripción de instituciones, formas de acceso, diversidad de alternativas ofrecidas, etc.





Actividades de aprendizaje

Ahora si nos detendremos en la explicación del sentido y alcance de las actividades de aprendizaje que enunciamos en el apartado referido a los componentes de los Módulos. Como lo afirmamos ya, decidimos explicarlas por separado pues se llegan a entender habiendo reconocido la existencia de otros materiales de estudio con los que hay que trabajar para resolverlas (material de profundización y REPIDISCA).

Los tres tipos de actividades, insistimos, apuntan en conjunto a comprender e integrar conceptos y procedimientos y a aplicarlos en situaciones prácticas.

Actividades que apuntan al trabajo teórico - conceptual

Decidimos este tipo de actividades por que la experiencia nos indica que para aprender, es necesario detenernos en ciertas precisiones de conceptos, definiciones, en relación con fenómenos complejos y aun cuando nos estemos refiriendo a otros que se caracterizan precisamente por su simplicidad.

Los problemas que parecieran caracterizarse por esa simplicidad, suelen en muchos casos encerrar núcleos temáticos de complejidad variada y detalles operativos que los especifican, los que merecen nos detengamos en su conceptualización, comparaciones, sistematización de procedimientos y análisis.

Estas actividades aportarían a construir un lenguaje común para referirnos a las cosas de las que hablamos, lo que constituye un paso de relevancia en la consolidación de una comunidad de profesionales que se ocupan y preocupan por una misma temática.

Actividades orientadas a la elaboración de un Proyecto

Durante todo el proceso de estudio e íntimamente relacionado con el avance en el trabajo con los módulos, el material de profundización y REPIDISCA, se proponen



Actividades de aprendizaje

Elaboración de propuestas alternativas

Con este conjunto de actividades se pretende que cada participante pueda establecer relaciones entre las actividades conceptuales y el trabajo de campo realizado. Para ello se proponen casos o consignas en las que se solicitará generar propuestas que tiendan a resolver las situaciones contradictorias, conflictivas e inciertas que hubieran sido detectadas

Las actividades de aprendizaje teóricas y de elaboración de alternativas son en general Optativas, aunque algunas son planteadas como de resolución obligatoria, según su pertinencia para la elaboración del proyecto. Las actividades específicas referidas a este último se presentaran de acuerdo al cronograma que se incluye más adelante.



Las Tutorías

Llamamos tutorías a los encuentros -presenciales o a distancia- en que se producen intercambios entre docentes y participantes y que tienen como objetivos principales:

- * la orientación permanente y sistemática del proceso de aprendizaje
- * el intercambio de opiniones y enfoques entre docentes y participantes
- * la identificación y resolución de dificultades, tanto en la comprensión de los conceptos como en su aplicación

¿Cómo se organizan las Tutorías?

Las tutorías se podrán organizar de diversas maneras según las particularidades de las sedes organizadoras y de los participantes en el curso en cada país. En todos los casos, la participación será optativa, no existiendo entonces requisitos que obliguen a intervenir en ellas. Sin embargo, alentamos a quienes decidieron la realización del curso, a valerse de algunas de las alternativas que pasamos a describir, ya que las tutorías constituyen uno de los caminos por los cuales se logra romper con el aislamiento efecto de la distancia.

Pueden asumir cuatro modalidades, cada una con sus posibilidades, límites, formas de organización:

- * Tutorías presenciales
- * Tutorías Telefónicas
- * Tutorías por Fax y/o Correo Electrónico
- * Tutorías interactivas por internet (chat)

Tienen en común un factor central, sin cuya presencia no podrían tener lugar: nos referimos al necesario trabajo previo del participante con el contenido del curso, con sus materiales de estudio, con sus actividades de aprendizaje. Toda interacción será posible sobre la base de las dudas que se formulen, las interpretaciones de diferentes temas, el relato de experiencias realizadas, los avances en la realización de los proyectos individuales.



Interacciones

La experiencia nos indica la fertilidad de este tipo de intercambios que obviamente se intentan resolver en el menor tiempo posible y por el mismo medio al utilizado por el o los participantes, a través de la confección de listas de direcciones electrónicas o de números de fax.

Es importante destacar también que el e-mail será una vía de transmisión de información complementaria respecto de cuestiones organizativas generales del curso.

Tutorías interactivas por INTERNET: CHAT

Los participantes en este curso tendrán también la posibilidad de trabajar en modo complementario en red cooperativa asistida por tutores a través de INTERNET utilizando la herramienta de comunicaciones pluridireccionales CHAT

El CHAT permitirá las interacciones tutor-participante y entre participantes, generando debates en tiempo real, a pesar de no encontrarnos cara a cara. Este tipo de interacciones es cada vez más utilizado en propuestas a distancia. Como decíamos inicialmente, sabemos que muchos no disponen aún de esta posibilidad, pero cada vez es más frecuente que las mismas instituciones cuenten con acceso a internet. Pensamos aprovechar esta oportunidad, sin excluir a quienes no pueden acceder a ella.

¿Qué significa el CHAT, desde la perspectiva de quien lo utiliza?

Aunque el término pareciera remitir a algo muy complejo, sencillamente alude a un espacio electrónico de conversación, de "charla", en el que la palabra escrita sustituye a la oral. Los intercambios se suceden de modo análogo a la conversación cotidiana, aunque habrá que aprender algunas de sus particularidades, que en no pocos casos, sorprenderán, o también presentarán sus dificultades que habrá que vencer. Entre ellas, los malos entendidos. Aprender a tratar con estas particularidades será en sí mismo un desafío.



Interacciones

Ud junto a **/NICK** debe ingresar un nick que no este en uso. Ejemplo

*/nick Junpablo75 [precionar **ENTER** luego de tipear JuanPablo75]*

(Si el nuevo nick estuviese tambien en uso, mlRC le dirá que nuevamente ingrese uno no existente)

*Una de las características notables que posee **DALNET** es que el Nick Name o apodo (nombre con el cual usted chatea), posee un dueño. Es decir, si su Nick es "juanPablo" (un nick no puede contener espacios en blanco), Usted pude proteger ese nick con una clave secreta (password).*

*Si Ud. se conecta a **DALNET** y le aparece lo siguiente:
NickServ-This nick is owned by someone else. Please choos another.
NickServ- if is this your nick, type:/msg Nickserv IDENTIFY <password>*

*Eso indica que el nick que Ud. seleccionó ya tiene un dueño. Si Ud. es el dueño ingrese.
/nickserv identify password [presione **ENTER** e ingrese su password que es su clave secreta]*

*Si Ud. no es el dueño. cambie el nick. o de lo contrario **DALNET** le pondrá a Ud. un nuevo nick como el siguiente: **GUEST3234** (que significa VISITA3234)*

*Para cambiar el nick utilice el mismo comando **/NICK** visto anteriormente.*

Si Ud. está usando un nick y no hay mnesajes de NickServer que le advierte que el nick ya tiene dueño. significará que el nick esta libre, Ud. se puede registrar como dueño. Para ello escriba.

*/nickserv register password [**ENTER**]-> **password** es una palabra secreta escogida por Ud.*

En este Curso, hemos, previsto dos encuentros a través del chat, sus fechas y horas serán comunicadas oportunamente por los organizadores del Curso.

Intercambios via correo electrónico







Evaluación

La evaluación es una instancia muy importante del proceso de aprendizaje. Permite conocer a todos los involucrados (docentes y participantes) el grado en que se han alcanzado los objetivos propuestos.

El Proyecto Final como forma de evaluación

Para la aprobación del curso, el participante deberá presentar un Proyecto Final sobre la gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos, referido a su realidad local.

El proyecto deberá proponer una adecuada gestión que permita llevar adelante una mejora en el orden administrativo y ambiental de la zona en estudio.

Para su elaboración, se presentan pautas comunes que permitirán unificar los criterios en el diseño, y especificar el contenido de cada una de las entregas que debe realizar el participante (Ver Anexo 1: Pautas para la elaboración del Proyecto Final).

Se han previsto tres entregas parciales como momentos de evaluación durante el proceso de estudio. Cada entrega contribuirá a la presentación del Proyecto al finalizar el curso.

Es importante aclarar que la calidad de la producción del participante en cada una de esas entregas incidirá en la calificación final. El peso relativo que se otorgue a cada entrega en relación con el producto final y los criterios de evaluación, serán especificados oportunamente.





Pautas para la Presentación del trabajo final

Esta pauta se presenta como referencia para la elaboración del proyecto por parte de los alumnos. Sin perjuicio de las recomendaciones específicas del Documento y los Módulos, el documento deberá contener los siguientes capítulos.

I. Índice

II. Presentación

Aquí debe indicarse que se trata de un documento elaborado para el curso "GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES E IMPACTO AMBIENTAL", diseñado y patrocinado por CEPAL / ILPES, OPS, CEPIS en el marco de la Red Latinoamericana y del Caribe para la capacitación y la Cooperación Técnica Mediante la Educación a Distancia.

Se debe incluir el nombre del o de los alumnos que elaboran el proyecto.

III. Resumen y Conclusiones

La presentación del proyecto debe comenzar con un resumen de los aspectos más relevantes identificados durante el estudio. Se trata de tener, a nivel ejecutivo, una visión general del problema analizado y de las soluciones planteadas para resolverlo.

El resumen debe incluir, en primer lugar, el análisis del problema que se pretende resolver y el área de influencia en la cual se circunscribiera el proyecto.

En segundo lugar, se debe mencionar el resultado del diagnóstico de la situación actual (déficit o superavit), haciendo especial referencia a la población que necesita ser atendida por el proyecto. En seguida se deben mencionar las alternativas de solución que se analizaron y justificar la que se seleccionó para resolver el problema detectado.



- a) Optimización de la Situación Actual, cuando sea posible será conveniente plantear esta alternativa, normalmente asociada a pequeñas mejoras, para no asignarle falsos beneficios a otras alternativas que se mencionen.
- b) Planteamiento de Otras Alternativas, las que deberán describirse indicando las principales características de cada una de ellas.

VII. Evaluación de las Alternativas Seleccionadas

En esta parte se deberá presentar en forma resumida los beneficios y costos de cada una de las alternativas analizadas. Se deberá verificar la correcta elaboración de los flujos de costos, en términos de la vida útil definida para cada alternativa, la periodicidad de los costos de operación y mantenimiento, la vida útil definida para los equipamientos, cuando los haya, etc.

Se debe en esta parte justificar, la elección de una de las alternativas.

VIII. Evaluación del Proyecto o Alternativa Seleccionada

En esta parte, se debe desarrollar a fondo la alternativa seleccionada, se deben realizar las consideraciones generales acerca de la capacidad institucional y financiera de la entidad promotora del proyecto, y se deben emitir los juicios pertinentes acerca del impacto ambiental que puede tener el proyecto.

En esta parte se deben contener la identificación de todos los costos y beneficios del proyecto, medibles y no medibles. Se realizarán los cálculos afinados de rentabilidad privada y social del proyecto, y se concluirá con la recomendación respecto del mismo.

IX. Evaluación de Impacto Ambiental

El alumno presentará una relación de los problemas más relevantes desde el punto de vista ambiental, se exigirá como mínimo la presentación de la matriz de impacto y el análisis de ésta, indicando los aspectos más destacados que se presenten.





GUIA PARA LA ELABORACION DEL DIAGNOSTICO DE LA GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

El objetivo de esta guía es acompañar la preparación del diagnóstico base para la elaboración del proyecto de gestión integral de RSM, a través de un punteo de los principales factores e indicadores que deben ser analizados en la gestión de Residuos.

Sin pretender ser un desarrollo exhaustivo de los mismos, tiende a enfocar los distintos aspectos que deben ser considerados en el momento de recopilar la información y la búsqueda de datos que permitan una visión de conjunto para la elaboración del diagnóstico del actual sistema de Gestión de los residuos sólidos municipales.

Estos aspectos son los requerimientos mínimos que deberá incluir el Diagnóstico que debe ser presentado en la primera entrega del Proyecto. Para ampliar los distintos items deberá recurrir a los Módulos, el Documento de apoyo y la bibliografía complementaria del curso.

I. Aspectos generales del Municipio o Comuna

1. Nombre
2. Ubicación
3. Población (cantidad de habitantes, densidad, tasa de crecimiento, etc.)
4. Características socioculturales y económicas de la población
5. Principales actividades económicas del municipio, zona o región
6. Características geográficas, climatológicas y topográficas
7. Principales características de urbanización (infraestructura, trazado de calles, calles pavimentadas, de tierra, planos de la localidad, etc.)

II. Aspectos generales de la Gestión de Residuos

1. Determinación del área, departamento y/o dependencia responsable de la Gestión y su ubicación en la estructura organizacional del municipio o comuna.



V. Análisis de la Disposición final de residuos

1. Método actualmente en uso para la disposición final.
2. Identificar la localización geográfica del vertedero y describir las principales características topográficas de la zona en la que se está el predio de disposición final.
3. Vida útil del actual vertedero
4. Distancia entre el centro de generación de residuos y la disposición final.
5. Análisis de los accesos principales y secundarios al vertedero y verificación de su estado. Visibilidad del vertedero desde el exterior.
6. Observar la existencia de un sistema de control de ingreso al vertedero, señalizaciones internas y externas.
7. Precisar si hay cubrición y su frecuencia.
8. Observar si hay presencia de personas dedicadas al cachureo o cirujeo, vectores, animales, etc.
9. Verificar el tipo de tratamiento del suelo usado para el vertedero (impermeabilización, otros) y determinar la presencia de líquidos percolados, drenajes, venteos, residuos en combustión, malos olores, etc.
10. Con relación al entorno interno y externo al predio de disposición: observar si hay materiales dispersos, pozos de agua, viviendas, cultivos, sistemas de monitoreos, etc.
11. Identificar la forma de descarga (manual, mecanizada)
12. Observar el manejo y disposición de los residuos industriales, hospitalarios, peligrosos en el predio.
13. Verificar la existencia de controles de seguridad y sanitarios.
14. Verificar la existencia de disposición alternativa para emergencias climáticas
15. Verificar la existencia de proyectos de cierre, sellado y reinserción del predio.



MODULO UNO



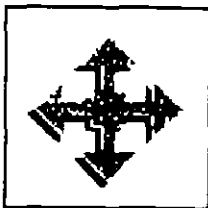
CEPAL-LPES



OPS



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CORDOBA**



**DEPARTAMENTO
EDUCACION A
DISTANCIA**



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***



INSTITUCIONES RESPONSABLES



CEPAL-LPES

*Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación
Económica y Social (ILPES)*

Coordinación: Edgar Ortegón



OPS

*Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)*

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



U.N.C.-F.C.E.

*Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)*

Coordinación: Dalmira Pensa



AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Iipes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero

DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES PARA LA MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección:

Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General :

Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:

Adela Coria

Marcela Sosa

Arte y Diagramación:

Santiago Druetta

Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:

Gabriela Sabulsky

María Helena Saddi

Paola Roldán

Nancy Castellano

Joel Armando

Daniela Reynoso

Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILPES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)

María Angelica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)





Indice

Objetivos	9
Introducción	10
Capítulo 1: Recolección de residuos sólidos urbanos	13
Capítulo 2: Sistemas de recolección domiciliaria en América Latina y el Caribe.	29
Capítulo 3: Equipamiento para la recolección.	39
Capítulo 4: Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.	49
Capítulo 5: Estaciones de transferencia.	59
Capítulo 6: Consideraciones básicas para la elaboración de un proyecto de residuos.	65
Capítulo 7: Diseño del sistema de recolección.	69
Capítulo 8: Limpieza de calles	87
Glosario	97
Bibliografía	99
Actividades de Aprendizaje	101
Pistas de autoevaluación	104





Objetivos

- Conocer las implicancias medioambientales derivadas de un manejo inadecuado de los residuos sólidos domiciliarios por parte de las comunidades.
- Analizar el manejo de la basura desde el origen hasta la disposición final, identificando la forma de almacenamiento y el equipamiento para su recolección.
- Caracterizar las diferentes condiciones de la recolección identificando los factores incidentes.
- Reconocer las problemáticas centrales de la elaboración de un diagnóstico del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos.





Introducción

La Conferencia de Estocolmo en 1972 se reconoce como un hito importante en el análisis de los problemas ambientales. En su ámbito surge la necesidad de elaborar estrategias de desarrollo en el plano nacional e internacional, donde los objetivos ambientales no estén ausentes.

Posteriormente, en el año 1987, la Comisión Brundtland presentó el informe "Nuestro Futuro Común" en el que se acuña el concepto Desarrollo Sostenible. *"Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias"*.

En este contexto, la sustentabilidad debe ser entendida como un conjunto de acciones y decisiones respecto de la producción, consumo, inversión y uso de los recursos ambientales que una sociedad toma. De esta manera, se puede analizar si las formas de organización social y económica aseguran la convergencia hacia los principios del desarrollo sustentable.

En la ECO RIO '92 se debatió acerca de la responsabilidad que les cabe a los países ricos en relación con los países pobres, sobre el deterioro del medioambiente y las consecuencias de las prácticas de las sociedades de alto consumo.

Asimismo el "modelo latinoamericano para el desarrollo sustentable" alerta sobre las dificultades que se avecinan en la región, si se siguen imitando las pautas de desarrollo seguidas por los países ricos.

El impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente no es un fenómeno de nuestros días. Mucho tiempo atrás, la condición de cazador-recolector nómada del ser humano propició su expansión por el mundo y el efecto ambiental negativo de esta actividad se vincula casi en exclusividad con la extinción de especies.

El cambio de estilo de vida -de nómada a sedentario- se observa con el desarrollo de la agricultura, la que conjuntamente con el crecimiento de la población inicia los primeros procesos de deforestación, cuyas consecuencias permanecen hasta nuestros días.



La revolución industrial del Siglo XVIII estuvo marcada por una creciente demanda de energía y hacia mediados del Siglo XIX comenzó a explotarse el petróleo a escala comercial. Este periodo se caracterizó por una forma de vida altamente dependiente de la energía no renovable y fuertes procesos de urbanización que en la actualidad se manifiestan en una población urbana que alcanza un nivel del 80%, cifra por demás alarmante.

La propia condición gregaria del ser humano, la cultura consumista propiciada a partir de los desarrollos de los medios de comunicación y la explosión demográfica han sido determinantes claves en el proceso de concentración urbana. Estos procesos traen aparejados grandes problemas ambientales propios de las ciudades. La provisión de agua potable, tala para construcción de viviendas y calor para el hogar, problemas relacionados con los efluentes cloacales y la generación, recolección y disposición final de residuos, son ejemplo de ello.

La producción de residuos propia de la actividad del hombre en tanto sean devueltos al medio ambiente a tasas y en concentraciones que permitan ser absorbidos en los ciclos naturales, no es problemática en sí misma. El problema ambiental se origina cuando la concentración de desperdicios almacenados alcanza niveles que comienzan a causar efectos nocivos en los organismos vivos.

Tanto la calidad como la cantidad de residuos que se generan afectan el sistema integral de gestión que incluye la recolección, transporte y disposición final de los mismos.

Las escasas políticas ambientales, que además son incipientes, repercuten, entre otros aspectos, en este servicio que se expresa a la hora de depositarlos para su recolección. Probablemente, este fenómeno no sea reconocido por quienes en lo cotidiano resuelven la cuestión poniendo en juego usos y costumbres estereotipados, muchas veces no basados en conocimientos técnicos ya acordados en esta materia. Lo que no constituye un problema desde lo individual, cobra otra dimensión mirando desde el lugar de la gestión pública y los usos colectivos.



Recolección y Transporte

Introducción

Precisamente es objetivo de este Módulo encarar la problemática desde esta última perspectiva, analizando los diferentes factores que contribuyen a generar diversos problemas en la disposición de residuos, y a paliarlos si se adoptan las medidas pertinentes desde el punto de vista técnico. Dejaremos para más adelante el análisis de las maneras más potentes para tratar con la dimensión cultural y educativa del problema. Factores como los horarios de recolección, frecuencia de la recolección, tipología de receptáculos en la disposición, así como los diferentes equipos de recolección forman parte de las problemáticas del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos (en adelante, R.S.U.).

Cada Municipio establece ordenanzas con prescripciones técnicas mínimas que obligan a presentar los residuos en condiciones higiénicas idóneas, en horas y lugares pre-establecidos. En la actualidad los recipientes más usados son la bolsa o saco desechable, cubos y contenedores.

Partiendo de la producción de residuos en origen, tenemos las etapas de recolección y transporte. Esto último comprende las operaciones de carga, transporte y descarga desde que los residuos son presentados hasta que son dispuestos en vertedero.

La importancia de diseñar un eficiente sistema de recolección permite en la mayoría de los casos un importante ahorro de tipo económico si consideramos que esta fase consume entre un 60 y un 80% del costo global del manejo de las basuras. De ahí el valor del presente Módulo puesto que su comprensión y correcta aplicación en la zona bajo estudio es una de las claves para minimizar los costos de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. Analizaremos los conocimientos básicos para que el participante de una manera sencilla pueda efectuar un diagnóstico y una posterior optimización de la recolección de los residuos urbanos, abordando los principales parámetros de diseño junto con las consideraciones de almacenamiento.

Se muestran a modo de ejemplo el funcionamiento de diferentes vehículos de recolección, para señalar las mejoras a introducir en los itinerarios de recolección.

Finalmente se incluyen cuestiones centrales para la elaboración de un proyecto de recolección de residuos sólidos urbanos, indicando los factores que influyen en los tiempos de recolección y las consideraciones generales acerca del personal necesario, la financiación, los costes y rendimientos junto a un ejemplo que permite determinar las necesidades de equipo de forma sencilla.



Capítulo



Recolección de residuos sólidos urbanos



1. Caracterización de residuos sólidos urbanos.

1.1 Clasificación de los Residuos Sólidos.

Los residuos sólidos pueden clasificarse de acuerdo a su origen (domiciliar, industrial, comercial, institucional, público, etc.); a su composición (materia orgánica, vidrio, metal, papel, textiles, plásticos, inerte y otros); o de acuerdo a su peligrosidad (tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables, infecciosos)

Para fines del presente análisis se ha considerado los siguientes residuos sólidos urbanos:

a) Residuos sólidos municipales (RSM)

Los residuos sólidos municipales son aquellos provenientes de la generación residencial, comercial, institucional, industrial (pequeña industria y artesanía) y los residuos sólidos resultantes del barrido de calles de un conglomerado urbano y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales.

El componente residencial o domiciliario está constituido por desperdicios de cocina, papeles, plásticos, depósitos de vidrio y metálicos, cartones, textiles, desechos de jardín, tierra, etc. En América Latina y el Caribe esto representa entre 50 a 75% del total de RSM.

El componente comercial procedente de almacenes comerciales, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles y otros constituye entre 10 a 20% de los RSM.

El componente institucional proviene de oficinas públicas, escuelas, universidades, servicios públicos y otros y representa entre 5 a 15% de los RSM.

Los residuos industriales provienen de la pequeña industria (baterías, confecciones de ropa, zapaterías, etc.) y talleres artesanales (sastrerías, carpinterías, de textiles, etc.) Este componente varía mucho de acuerdo a las características de las ciudades y podría representar entre 5 a 30% del total de RSM. Usualmente las industrias y servicios mayores manejan sus residuos por cuenta propia o utilizan contratistas privados, aunque algunas municipalidades prestan estos servicios a la industria en forma poco eficiente.

El componente que proviene del barrido de calles y áreas públicas está constituido por residuos sólidos que arrojan los peatones, tierra, poda de árboles, etc. y representa entre 10 a 20% del total de RSM.

b) Residuos sólidos especiales (RSE)

Algunos de los residuos especiales por su cantidad o manejo pueden presentar un riesgo a la salud, tales como los residuos sólidos provenientes de establecimientos de salud; los productos químicos y fármacos caducos; los alimentos con



plazos de consumo expirados; los desechos de establecimientos, como por ejemplo, baterías, lodos, escombros; y los residuos voluminosos que con autorización o por costumbre son manejados por las autoridades municipales. Otros no peligrosos incluye a los animales muertos, autos abandonados, desperdicios de demolición y construcciones, residuos de parques y jardines, de festivales públicos y otros.

c) Residuos peligrosos (RP)

Los residuos peligrosos son aquellos sólidos o semisólidos que por sus características toxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables o infecciosas plantean un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al medio ambiente, cuando su manejo indebido dentro del area urbana se hace, autorizada o ilícitamente, en forma conjunta con los residuos sólidos municipales.

Para un mayor desarrollo del tema, consultar material de apoyo.

1.2 Generación de residuos sólidos.

a) Residuos sólidos municipales

La generación de residuos sólidos domiciliarios en la Región varía de 0,3 a 0,8 kg/hab/día. Cuando a estos desechos domiciliarios se les agrega otros residuos como los de comercios, mercados, instituciones, pequeña industria, barrido y otros, esta cantidad se incrementa de 25 a 50%, o sea que la generación diaria es de 0,5 a 1,2 Kg por habitante, siendo el promedio regional de 0,92. La información recogida de diferentes fuentes y principalmente de la OPS demuestra que en las áreas metropolitanas y ciudades de más de 2 millones de habitantes (muestra de 16 ciudades), el promedio es de 0,97 kg/hab/día; en otras 16 ciudades grandes de 500.000 y 2 millones de habitantes ese promedio llega a 0,74; y en una muestra de 24 ciudades intermedias y pequeñas de menos de 500.000 habitantes el promedio es de 0,55 kg/hab/día. Con la generación promedio de 0,92 kg/hab/día, se estima que la población urbana (360 millones) en ALC está produciendo 330.000 toneladas diarias de residuos sólidos municipales.

Lo anterior confirma que el tamaño de las ciudades y el ingreso per cápita son factores determinantes para que la generación por habitante se incrementa (anexo 3.2.3. Por otro lado, la aplicación de políticas para reducir la generación de desechos sólidos municipales es aún débil, ya que estos valores siguen incrementándose. Estudios de JICA en la ciudad de Guatemala y Asunción efectuados entre 1992 y 1993, respectivamente, indicaban un incremento anual de la generación de residuos de 1 a 3% ligado al aumento del ingreso per cápita. Por otra parte, se ha observado la siguiente generación de RSM en función de los ingresos de los países:

Países de bajos ingresos	0,4 - 0,6 kg/hab/día
Países de ingresos medios	0,5 - 0,9 kg/hab/día



Países de altos ingresos 0.7 - 1,8 kg/hab/día

En el Caribe la generación de residuos domiciliarios se estima en 0,58 kg/hab/día y la comercial e institucional en 0,45 kg/hab/día con un total de generación de residuos sólidos municipales de 1,0 kg/hab/día.

b) Residuos sólidos especiales

No hay información disponible sobre generación de residuos sólidos especiales en las áreas urbanas de la Región. Sin embargo, en cuanto a la generación de residuos sólidos hospitalarios, un estudio efectuado por la OPS/ECC en 1991 en los países de Centro América y Panamá calculo los siguientes valores promedio para los hospitales en las capitales de esos países:

I) Generación unitaria por cama:	3.0 kg/cama/día
II) Parte no peligrosa y manejable como RSM:	1,5 kg/cama/día
III) Parte de residuos reciclables	1.0kg/cama/día
IV) Parte de residuos hospitalarios peligrosos:	0,5kg/cama/día

Estos valores no tienen grandes diferencias con los de los países desarrollados y del resto de América. Como en la Región hay aproximadamente 1,2 millones de camas hospitalarias, se podría estimar en 600 toneladas diarias la generación de residuos hospitalarios peligrosos.

Estos residuos peligrosos hospitalarios generalmente se manejan conjuntamente con los RSM en forma deficiente y riesgosa.

c) Residuos peligrosos

Si bien hay datos estimativos de producción anual de desechos peligrosos en países de ALC encuestados por la OPS en 1993, no hay datos ni estimaciones sobre que porción de esos residuos peligrosos se manejan conjuntamente con los RSM.

Según las autoridades de México, se considera que 3% (14.500 t/día) del total de residuos industriales generados tienen características de peligrosidad o toxicidad para la salud humana o el ambiente. En Argentina, distintas estimaciones indican que la generación anual de residuos peligrosos en la provincia de Buenos Aires oscilaría entre 50.000 y 100.000 toneladas. En Lima metropolitana se estima que se generan 300 t/día de residuos peligrosos, desconociéndose los lugares de descarga o las zonas en las cuales se eliminan o almacenan.

La empresa para el manejo de residuos sólidos de Trinidad y Tobago (SWMCO) indica que aproximadamente se generan 50.000 t anuales de residuos industriales, incluidos los peligrosos industriales y los residuos sólidos patógenos.

En el área metropolitana de Sao Paulo, Brasil, según información de CETESB, se generan diariamente 554 t de residuos peligrosos, de los cuales reciben tratamiento final 52% (286 t/día) y el resto 228 t/día son vaciados irregularmente en

botaderos clandestinos. Datos de FEEMA, del periodo 1989-1990, indican que la generación de residuos peligrosos en el Estado de Rio de Janeiro era de 636.000 t por año, de los cuales sólo 20% (130.000 t/año) eran tratados y dispuestos adecuadamente.

Es correcto asumir que una parte de estos residuos peligrosos se maneja en forma separada dentro de las ciudades y otra porción conjuntamente con los residuos sólidos municipales.

Para un estudio de prefactibilidad conviene tratar por separado cada uno de los residuos producidos, temática que sera analizada en el Módulo IV.

La producción de residuos se suele medir en valores unitarios como Kilogramo de residuo sólido por habitante y por día, es lo que se llama Producción Per Cápita. Para llegar a la cantidad producida vamos a utilizar métodos de estimación para conocer no sólo los Kg./hab./día, sino también las características de densidad y composición. Estos métodos de estimación pueden ser indirectos o directos.

A) Métodos de estimación indirectos

Se trata de medidas que permiten determinar la producción per cápita de residuos sólidos y su densidad, con base en datos globales y sin discriminaciones cualitativas.

Producción per cápita:

Establece proporción entre la cantidad total de residuos que se recogen y la población total atendida.

$$PPC = \frac{\text{Cantidad total recolectada (Kg./día)}}{\text{Población total atendida. (habitantes/día)}}$$

También calcula la proporción entre la cantidad de residuos que se vierten al vertedero y la población total atendida.

$$PPC = \frac{\text{Cantidad total residuo dispuesto en vertedero (Kg./día)}}{\text{Población total atendida. (habitantes/día)}}$$

Es posible que las producciones per cápita, calculadas por ambos métodos no coincidan, en cuyo caso se deba analizar la causa de esta diferencia y determinar si ella es ambientalmente aceptable².

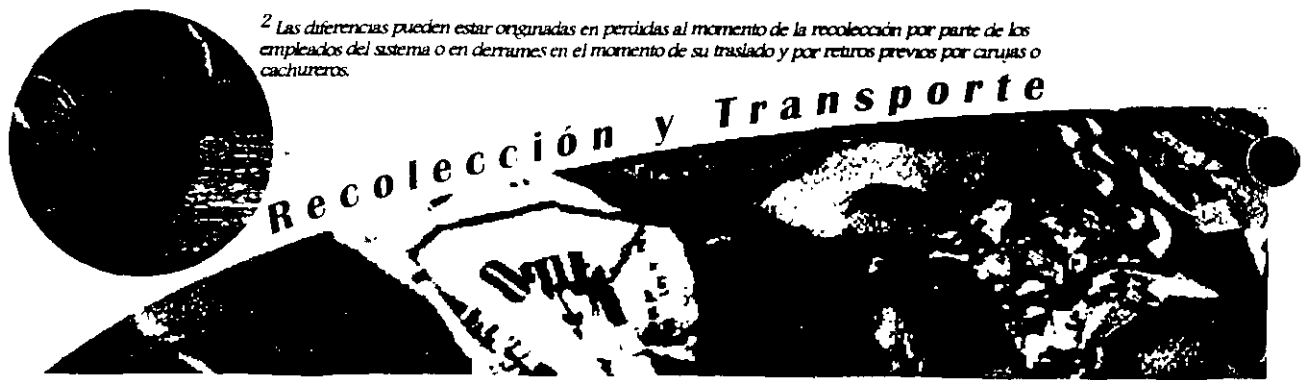
Densidad:

Estima la relación entre el peso y el volumen que ocupan los residuos en un determinado contenedor. Se recomienda utilizar uno de aproximadamente 200 litros, el cual una vez lleno se ha de dejar caer 3 veces desde una altura de 10 cm. (Esto es analizado de manera expresa en el material de apoyo).

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de los residuos sólidos (Kg.)}}{\text{Volumen que ocupan los residuos sólidos en el recipiente. (m3)}}$$

B) Métodos de estimación directos

² Las diferencias pueden estar originadas en pérdidas al momento de la recolección por parte de los empleados del sistema o en derrames en el momento de su traslado y por retornos previos por carajas o cachuzeros.



Los métodos de estimación directos permiten determinar características mas específicas, como la composición, para lo que se requiere seguir procedimientos de recolección de datos que ayuden a discriminar características particulares.

En ese sentido, será necesario según los siguientes pasos:

- Recopilar información sobre el número de habitantes, obtener mapa de situación de la zona de estudio, ubicar las fuentes no domésticas de producción de residuos sólidos, zonas e itinerarios de recolección y centro de disposición final.
- Seleccionar muestras representativas de 100 Kg. En caso de existir diferentes estratos sociales en la zona de estudio, previendo la posibilidad de diferencias en la composición de los residuos. A su vez, se deberán seleccionar muestras representativas por cada estación del año.
- Para el cálculo de la densidad se colocarán los residuos en recipientes que permitan su manejo y facilidad de análisis, pudiendo utilizarse recipientes de 200 litros. Se deben pesar los residuos en origen y medir el volumen que ocupan y establecer la relación peso/volumen. Para obtener la densidad en el vehículo recolector dividiremos el peso de las toneladas transportadas y el volumen que ocupan en el vehículo, esta densidad lógicamente debe ser mayor. La densidad del residuo en vertedero se obtendrá midiendo el volumen topográficamente.
- Para obtener el peso total y por componentes del residuo se mide durante siete días consecutivos, distinguiendo los siguientes componentes:

Para obtener la composición física de los siete días por componente y la producción per cápita, se debe calcular el promedio de los siete días. La composición física por componente resulta de dividir el peso total promedio de los residuos por el peso del respectivo componente y suele expresarse en %. La P.P.C. es la relación entre el peso total y la población que produce estos residuos.

Componentes	DIAS								Promedio
	1	2	3	4	5	6	7		
	Kg. %	Kg. %	Kg. %	Kg. %	Kg. %	Kg. %	Kg. %		
Metal									
Vidrio									
Tierra									
Residuo Alimento									
Papel									
Plástico									
Madera									
Otro									
Total									

Con estos datos, estimando que la producción per cápita puede aumentar entre un 1% y un 3% y conociendo las proyecciones de crecimiento de la población, podemos determinar la cantidad de basura en Toneladas año a año y el volumen (en m3) acumulado.



Recolección y Transporte

Aedemás, si conocemos la densidad que se obtiene en el vertedero (al rededor de 600-800 Kg./m³) y los m³ de los que disponemos para verter los desechos, podemos obtener en forma sencilla los años de su vida útil, te mática que será analizada en el Módulo III.

2. Recolección de residuos sólidos urbanos

La recolección de basura es el nexo entre la disposición inicial en el domicilio y el sistema de disposición final. La recolección debe estar organizada de tal modo que permita un servicio eficiente y equitativo, sin producción de malos olores, polvos, ruidos molestos, desorden y en condiciones aceptables para un servicio de esta naturaleza.

La cobertura del servicio de recolección es en promedio de un 88% en las ciudades grandes de Lanooamérica y el Caribe y seguramente más baja en las ciudades de menor dimensión. Según un informe de CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria) la recolección en América Latina y el Caribe, ocupa entre 0.2 y 0.4 trabajadores por cada mil habitantes. Esto varía con la producción de residuos y el grado de dificultad de la topografía del área. En general se puede considerar que la recolección implica equipos con compactador propio de 6 a 15 metros cúbicos y que dependiendo de su densidad, un peón es capaz de recolectar una tonelada de residuos empleando entre 80 y 140 minutos. A estos equipos se los suele denominar "equipos convencionales".

En países como Bolivia, Brasil, Colombia, Guatemala, El Salvador, Honduras, México, Perú, Brasil, se han ensayado métodos no convencionales de recolección con una participación comunitaria.

Estos métodos consistieron en suprimir parte del equipo convencional por equipo de tracción humana tales como carretas manuales, triciclos con pedales tipo bicicleta, motocicletas tipo triciclo, o con carretas de tracción animal o de tractores agrícolas que realizan una recolección puerta a puerta y que cuando se llenan, debido a su baja velocidad, no pueden transportar su carga hasta el relleno por lo que deben transferirla a un vehículo convencional. El vehículo convencional en estos sistemas, puede realizar 3 o cuatro viajes al relleno, debido a ya no pierde tiempo recolectando casa por casa, es decir los recolectores no convencionales son sistemas satélites de los vehículos convencionales. Otro método común, sobre todo en zonas inaccesibles consiste en colocar contenedores en áreas cercanas accesibles a los vehículos a donde los usuarios llevan sus residuos a pié.

Por su importancia económica, la recolección de residuos debe ser estudiada en detalle, atendiendo entre otros a los siguientes parámetros:

- Organización de la recolección
- Generación y almacenamiento de R.S.U.
- Frecuencia de recolección
- Horarios de recolección
- Variaciones estacionales en cuanto



a la producción de desechos

- Equipos.

Analizaremos a continuación cada uno de ellos.

2.1. Organización de la recolección. Etapas.

La recolección es el eje troncal alrededor del cual giran todos los demás servicios. Sus costos representan en los países en desarrollo del 70 al 90% de los costos totales del servicio de limpieza, por lo que es esencial hacerlos los más costo-efectivos posible. En Latinoamérica los costos de recolección varían de US\$20 a \$40 para recolección convencional.

La organización racional del sistema de recolección de basura de una comunidad, y en especial de una ciudad de gran población, es un problema de ingeniería aplicada. El rendimiento y eficacia de un sistema de recolección depende de la correcta armonía de una serie de factores que se entrelazan, tendientes a conseguir una recolección sanitaria efectiva con un desarrollo estético compatible con actividades de este tipo, tales como el tamaño de los vehículos de recolección, número de hombres por vehículo, tipo de basura recolección, número de viajes por día al lugar de disposición final, magnitud del sector que sirve cada vehículo, entre las más relevantes.

Para una eficiente gestión de recolección se requiere una sección o departamento que tenga la responsabilidad total del problema y que cuente con el personal técnico debidamente entrenado a fin de que se garantice el costo mínimo posible de explotación. Normalmente, la responsabilidad recae en los respectivos departamentos de las municipalidades, y en algunos casos, en el servicio de salubridad. Sin embargo, cualquiera sea la solución, los servicios de salubridad estatales tienen a su cargo la supervisión y control sanitario tanto de la recolección como del transporte y disposición final de la basura de la comunidad.

Al diseñar un sistema de recolección es necesario establecer si éste se encuentra parcial o totalmente implementado en cuyo caso se debe realizar un diagnóstico de la operaciones que se están realizando.

Este diagnóstico requiere de la revisión del circuito, evaluando el horario, el volumen de residuos, la distancia hasta el centro de disposición y los tiempos requeridos y/o implementados.

Una característica importante del servicio es la regularidad horaria de la recolección. Además, la ruta prevista debe considerar un lleno completo de la capacidad del camión recolector. Para alcanzar estos objetivos, a partir de un plano de la ciudad, se determinan áreas en lo posible homogéneas según tamaño físico y densidad poblacional, cuyas características permitan el acceso y la operación de los vehículos.

En cada área se determina el número de viajes considerando el tiempo que demora el camión en acceder a la ruta de recolección, a la zona de transferencia, a la disposición final y la demora en la recolección teniendo en cuenta las condiciones especí-

Recolección y Transporte



ficas de la ruta: tráfico, ancho de las calles, pendiente, etc. El área de recolección debe ser ajustada para completar la capacidad total del camión recolector.

En términos generales, existen dos sistemas típicos de operación para la recolección de basuras: recolección municipal y recolección por contrato. En la recolección por contrato, la municipalidad paga a una empresa o contratista para que ejecute el trabajo con el equipo propio. Tanto el sistema por contrato como el de recolección municipal tienen sus ventajas y sus inconvenientes. La recolección por contrato simplifica la labor municipal. Una vez adjudicado el servicio elimina la intervención política directa y por tratarse de una actividad particular puede operar por métodos de rendimiento comercial. En el Módulo V se especificarán con mayor detalle estos criterios, resaltando las ventajas y los inconvenientes del sistema por contrato.

La operación no puede estar ajustándose a requerimientos determinados o a urgencias periódicas; y es difícil la información en cuanto a cantidad, tipo de basura y otros, que permita tender hacia una mejor solución del problema. Por esto para obtener buenos rendimientos se hace necesario regularizar los días y horas de recolección en cada distrito, barrio o calle para acostumbrar a los moradores y facilitar la evacuación de los desperdicios de sus hogares. Así se evita que la basura se mantenga por horas en las calles, dando margen a la búsqueda de basureros ambulantes (en algunos países denominados cachureros o cirujas) o perros.

La organización de este sistema de recolección se divide en cuatro etapas:

- Manejo antero y domiciliario
 - Recolección propiamente dicha
 - Transporte
 - Descarga
- **Manejo antero y domiciliario.**

El manejo interno en edificios, hospitales, fábricas etc., aunque es responsabilidad de los usuarios del servicio, la municipalidad debe regularlo para proteger la salud pública y para facilitar el servicio de recolección. En las casas habitación el usuario se las arregla para acumular su basura internamente y el municipio solo debe regular su presentación para la recolección que debe incluir según el caso:

- Tipo de recipientes permitidos y de envoltura y calibre de las bolsas de plástico, si procede.
- Lugar de colocación; elevada en canastilla, en el suelo, etc.
- Horarios y días de recolección
- Si la recolección es selectiva se deberá especificar si la recolección se hará los mismos días, cuando el camión tiene compartimentos especiales, o si los componentes deberán sacarse en días diferentes. Se deberán especificar los colores también.
- Prohibiciones.

En el caso de multifamiliares se deberán especificar las obligaciones del usuario de



llevar la basura hasta los puntos de recolección y si hay contenedores, como deben usarse, por ejemplo si la basura se pone embolsada o a granel. En caso de recolección selectiva se deberán especificar que contenedores deberán usarse para cada componente y que días.

El manejo interno en los hospitales debe prever la separación en el origen de los residuos peligrosos de los no peligrosos. La importancia de la capacitación del personal es muy importante por la diferencia de los costos de la recolección y tratamiento de una tonelada de residuos comunes y una tonelada de residuos peligrosos de hospitales. Por ejemplo el costo de recolección y transporte de una tonelada de residuos comunes varía de unos \$20 a \$60 dólares, mientras que la tonelada de residuos peligrosos cuesta de \$400 a \$1000. El manejo interno es responsabilidad del hospital, pero el almacenamiento de los residuos debe normarse por el municipio. Se deben especificar la separación física de los lugares de almacenamiento, el color rojo y las características de las bolsas para los residuos peligrosos y las marcas que deberán llevar.

El municipio deberá expedir normas similares para la recolección en hoteles, restaurantes, mercados, etc. Y estas tendrán que ser más cuidadosas cuando se aplique la recolección selectiva.

• **Recolección propiamente dicha.**

Esta etapa abarca el tiempo empleado por el personal desde el momento que se inicia el vaciamiento del primer recipiente hasta que el último se ha descargado en el camión. La evaluación de la operación puede expresarse de varios modos, tales como: porcentaje del tiempo total empleado en cada viaje, hombres minuto por viaje, u hombres-minuto por unidad de basura recolección (tonelada, servicios o recipientes). La unidad más empleada para evaluar la recolección propiamente dicha corresponde a los hombres minuto por tonelada de basura recolectada. Esto supone que el tiempo requerido para esta operación de recolección, en las mismas condiciones, es proporcional al peso de la basura recolección.

Se pueden reconocer diferentes tiempos según el tipo de actividades que realiza el personal recolector en la recolección propiamente dicha. Ellos son:

1. En el camión, tiempo gastado por el empleado en el vehículo, ya sea en recorrido, compactando la basura o esperando;
2. En la calle, tiempo ocupado por el empleado en caminar por la calle o acera;
3. En la propiedad, tiempo gastado por el empleado al caminar dentro de las propiedades privadas;
4. En el recipiente, tiempo destinado a acomodar la basura en un recipiente adecuado de recolección en el interior del hogar. Esta operación requiere un trabajo

adicional obligando al personal de limpieza pública a entrar a la casa y normalmente vaciar la basura a un recipiente liviano y de mayor tamaño, recipiente de traspaso, el cual se completa con varios servicios antes de llevarlo al camión;

5. En carga, tiempo usado en vaciar la basura en el vehículo transportador. Incluye el tiempo empleado desde la iniciación de la descarga hasta que el operario tiene totalmente vaciado el recipiente o ha completado la operación de descarga;

6. En espera, tiempo utilizado por el empleado en espera del camión durante la operación de carga, y

7. En descanso, tiempo improductivo del empleado (conversaciones o actividades personales). Este no incluye el tiempo indispensable a otros propósitos, como tiempo de alimentación en horas de trabajo, tiempo requerido para obtener combustible, tiempo de atención al público o a los supervisores.

• **Transporte.**

La operación de transporte corresponde al tiempo empleado por el camión desde el momento que recibió la basura del último recipiente hasta que se vacía la basura del primer recipiente del siguiente viaje de recolección, excluyendo el tiempo empleado en la operación de descarga en el sitio de disposición final.

• **Descarga.**

La operación definida como descarga corresponde al tiempo utilizado por el vehículo de recolección en el sitio de disposición final. Normalmente representa una pequeña proporción del tiempo total ocupado en la recolección. Depende fundamentalmente de dos factores: tipo de camión (sistema de descarga) y tamaño del área receptora disponible en el sitio de disposición final. Hay que destacar que tanto el tiempo empleado en la operación de descarga como en la de transporte es tiempo improductivo para el personal encargado de la recolección, siendo muy difícil encontrar un trabajo de reemplazo apropiado para estos obreros y que no perjudique la recolección. El tiempo gastado en la descarga varía dentro de límites relativamente bajos.

En todas estas etapas debemos considerar la operación llamada "fuera de ruta". Ella incluye las actividades relacionadas con el personal de la recolección, que no son productivas en relación con su trabajo, pero sí esenciales e inherentes al sistema, como, por ejemplo, el tiempo empleado por horas de comida, momento de descanso, atenciones menores del vehículo, abastecimiento de combustible, reuniones con supervisores, etc. Es de interés destacar que el tiempo término medio dedicado a la operación de recolección varía de 6 a 8 horas por día, incluyendo el tiempo de almuerzo.



2.2 Recolección selectiva.

Desde la publicación de la agenda 21, este tipo de recolección se ha implementado en casi todos los países desarrollados y en algunas ciudades de los países en desarrollo (ver en el Documento de Apoyo del curso el capítulo sobre la Agenda 21). Cuando el municipio decide llevar a cabo una recolección selectiva para reciclar materia orgánica o materiales reciclables, o ambos, los costos lógicamente suben pues el trabajo involucrado es mucho mayor. Los costos de recolectar la materia orgánica no deben ser mucho mayores que los US\$20 a \$40 por tonelada que cuesta la recolección convencional. Sin embargo cuando se recolectan materiales reciclables como cartón, papel, vidrio, hojalata, aluminio, plásticos, los costos suben mucho al grado que una tonelada recogida cuesta entre US\$ 150 a \$600, cuando la recolección la hace el municipio. El valor que tiene esa tonelada en el mercado de reciclables es de US\$ 50 a \$70 dólares. Por eso casi todos los proyectos de reciclaje deben ser subsidiados por el municipio u otras instituciones. Sin embargo la ventaja que tiene este tipo de proyectos es su alto impacto social ya que hacen participar a la población en la problemática del manejo de los residuos. A medida que mayor participación hay menores serán los costos de recolección.

Una de las ventajas que se tiene es la de proporcionar un trabajo digno a los segregadores que realizan esta labor de una manera informal en casi todas las ciudades de los países en desarrollo. Si a estas personas se las organiza de tal modo que la población haga la separación adecuada de los reciclables en el hogar y los saque solamente en ciertos días en que pasará el segregador con su carreta u otro equipo a recoger estos materiales, entonces los costos para el municipio disminuirán sensiblemente.

La recolección selectiva puede hacerse de varias formas:

Recolección en un solo camión todo junto El camión de recolección tiene compartimentos para los reciclables y para la basura común (y si hay materia orgánica deberá tener otro compartimento) y todo se recoge al mismo tiempo. Para esto se requieren camiones especiales que tiene un costo relativamente alto. Los residuos comunes deben ser compactados y van en una caja normal. En la parte de adelante hay compartimentos separados de la caja compactadora. Los camiones de los países desarrollados que tiene esta característica difícilmente servirán en nuestros países ya que la calidad de la basura es muy diferente por lo que habría que hacer diseños especiales.

Recolección con dos camiones El camión compactador recoge los residuos comunes y otro camión no compactador recoge los reciclables. Esto puede hacerse el mismo día o puede hacerse por ejemplo haciendo pasar el camión compactador los días normales de recolección y el camión no compactador solo una vez a la semana para bajar costos.

Recolección con apoyo de cooperativas de segregadores En este caso el camión compactador hace su recolección normal, y un segregador organizado según un plan pasa semanalmente a recoger los reciclables.

Con centros o recipientes de acopio En este caso el camión recolector pasa normalmente por los residuos comunes y se pide a los usuarios que lleven los reciclables a centros de acopio distribuidos estratégicamente en la ciudad para que los usuarios no tengan que caminar mucho. Posteriormente los reciclables son recogidos periódicamente por un camión municipal o por los de la cooperativa de segregadores.

Otros métodos Con base en lo anterior podrían idearse una infinidad de alternativas diferentes por el proyectista. Por ejemplo en México y en muchas otra ciudades se "tolera" que los recolectores de los camiones, segreguen la basura y vayan colocando los reciclables en el techo del camión o en los lados con bolsas amarradas, permitiéndose que el producto de la venta sea para el beneficio de la tripulación del camión recolector.

Los principios básicos de diseño que se proporcionarán al alumno para la recolección convencional son aplicables a la recolección selectiva, si se tiene cuidado con las diferencias. Solo debe recordarse que:

- La cantidad de reciclables que se pueden retirar del flujo de la basura varía de un 1% a un máximo de un 10% en América Latina, mientras que en los países desarrollados esto puede alcanzar hasta un 40%
- Que la materia orgánica que puede retirarse de la basura para compostear es de un 20 a un 40%
- Que la calidad de la basura varía según el estrato socioeconómico y que los costos de recolección selectiva se aumentarán en las zonas más pobres, requiriendo mayor subsidio. Esto es válido para los reciclables pero no así para la materia orgánica.
- Que mientras más se logre la colaboración de la ciudadanía mediante campañas de promoción y capacitación en la separación de los residuos menor será el costo del proyecto.
- Que mientras más se logre integrar y organizar a los segregadores informales en la recolección, menor será también el costo del proyecto.

2.3. Frecuencia de la recolección.

Se denomina así a la cantidad de veces que se realiza la recolección de residuos



por semana.

La frecuencia de recolección de los residuos dependerá de las condiciones climáticas, la velocidad de generación de los residuos, del área socio-económica, entre los factores más relevantes, pudiendo ser su periodicidad diaria, tres veces por semana, dos veces por semana o semanal. Los costes serán función de esta periodicidad. Por ello la frecuencia de la recolección es un problema que debe ser estudiado en cada caso según las características locales. El periodo máximo entre las recogidas está dado por tres factores fundamentales:

- a) Tiempo para que la producción de desperdicios pueda almacenarse en un depósito de dimensiones convenientes.
- b) Tiempo que tarda la basura en producir olores desagradables en condiciones medias de temperatura de la región en verano o en invierno.
- c) Ciclo de desarrollo de la mosca (seis a siete días a la temperatura del verano). En sectores residenciales, la basura debe recogerse por lo menos tres veces por semana en verano y dos en invierno, aunque es preferible que sea diariamente. La recolección en hoteles y restaurantes tiene que ser diaria. En el caso de que la basura orgánica se recoja separada de los despojos, éstos pueden ser recogidos a intervalos más distanciados.

2.4. Horarios de recolección.

Para poder alcanzar un mayor dinamismo del servicio se hace necesario elegir aquel horario en que exista menor intensidad de tráfico y cree menores problemas por impacto ambiental. Las circunstancias apuntadas coinciden con horarios nocturnos. Los residuos sólidos de tipo comercial se prestan mejor a una recolección diurna que debe coincidir con la de menor intensidad del tráfico. Siempre será importante trasladar estas características a las condiciones locales del municipio.

2.5. Variaciones estacionales en cuanto a la producción de desechos.

Es importante tener en cuenta que la producción de desechos es distinta en diferentes épocas del año. Las variaciones que experimenta el clima es uno de los factores más importantes que determina modificaciones en la producción de desechos ya que el factor climático actúa directamente sobre la abundancia de frutas frescas y verduras, la cantidad de vegetación en la ciudad, césped, árboles y arbustos en propiedades privadas, calles y parques. En algunas ciudades un importante factor asociado a la variación estacional es el número de turistas.

En grandes urbes latinoamericanas, existe una disminución en la producción de desechos en el periodo de verano, debido a que es un periodo de vacaciones y es mayor la cantidad de personas que sale de la ciudad que la que entra. En lo referente a su composición existe un aumento en la densidad en los residuos que se debe al aumento del

consumo de frutas y verduras, disminuyendo el consumo de productos que vienen envasados ya sea en papel, plásticos, cartón o metal.

Las cifras expresadas en el siguiente cuadro representan la densidad de los desechos sólidos en las estaciones de verano e invierno y el promedio estacional.

DENSIDAD PROMEDIO VERANO Kg/m ³	DENSIDAD PROMEDIO INVIERNO Kg/m ³	DENSIDAD PROMEDIO Kg/m ³
187,09	163,75	175,42

2.6. Equipos de recolección.

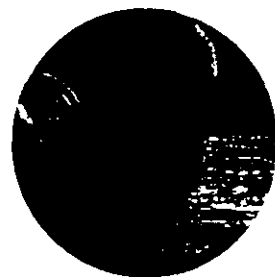
Los equipos de recolección de residuos deberán elegirse teniendo en cuenta todos aquellos factores característicos de cada ciudad o área de recolección. Tipo de residuos a recoger, capacidad del equipo, capacidad de compactación, contaminación por ruidos, relación tara-carga, tipo de zona de recolección o sector, calidad de las vías de comunicación etc., estos aspectos serán tratados a lo largo del módulo y son los parámetros a tener en cuenta para elegir el equipo adecuado. En los capítulos posteriores se analizarán con más detalle estos equipos.



Capítulo



**Sistemas de recolección domiciliaria
en América Latina y el Caribe**



1. Sistemas de recolección domiciliaria en América Latina y el Caribe

Se conocen por sistemas tradicionales de recolección aquellos en los que se recogen indiscriminadamente todos los residuos a excepción de los industriales o los que pueden contener componentes tóxicos en el lugar en que son producidos y sin ninguna compresión previa. Generalmente estará reglamentado el uso de bolsas.

Una vez producidos los residuos es importante la colaboración de los ciudadanos a los efectos de depositar los residuos en diferentes recipientes, para la posterior evacuación por parte de los camiones.

El hecho de que la recolección se realice desde el lugar de producción de los RSU no significa que el servicio que se ofrece a los ciudadanos siempre cubra todo el recorrido desde el domicilio hasta la planta de eliminación vertedero o transferencia. De este modo podemos distinguir entre distintos tipos de recolección que suponen una mayor o menor colaboración ciudadana:

- **Recolección domiciliaria casa por casa de las bolsas de basura.** Es el servicio más completo que conlleva escaso trabajo a las familias o locales afectados, pero que requiere una abundante mano de obra.
- **Recolección semu mecanizada con baldes especiales por edificios o grupos de viviendas.** Sólo se requiere el trabajo de colocación en los receptáculos.
- **Recolección mecanizada en contenedores especiales, por manzanas o recorridos de viviendas.** Supone un mayor trabajo de desplazamiento para el usuario y la disposición de espacio suficiente para la localización y fácil acceso a los contenedores; pero permite reducir la cantidad de trabajadores por camión de recolección, aunque en la medida en que no se compriman los RSU en el contenedor aumenta el número de vehículos. De forma más exigente que con los receptáculos, se requiere que este material cumpla unas normas estrictas de mantenimiento (desinfección periódica, etc.) y que los vecinos afectados colaboren con el servicio.

Se podrían adoptar más soluciones intermedias, pero lo importante a tener en cuenta es la relación que existe entre mecanización del servicio lo que puede representar un abaratamiento de los costes y mayor colaboración ciudadana, y la relación entre disminución de los tiempos de recorrido y mayores necesidades de material adicional.

Tres son los sistemas característicos en América Latina y el Caribe: de recolección abierta, por bolsas y hermética mecanizada.



1.1. Sistema tradicional de "recolección abierta".

Es el sistema más utilizado en América Latina que podemos definirlo como de "evacuación intermitente temporal". Los usuarios depositan sus basuras en recipientes de distinta naturaleza en forma desordenada, directamente en la calle. Este sistema generalmente obliga a una recolección diaria y no precisa de vehículos especiales, pero ocasiona frecuentemente dispersión de desperdicios en la vía pública. Por estar a menudo destapados los recipientes utilizados para depositar las basuras, son un lugar frecuente de alimentación de los animales vagabundos, y consecuentes efectos de deterioro de la calidad sanitaria de la población.

1.2. "Recolección por bolsas", sistema manual.

Una mejora sustancial del sistema de recolección abierta consiste en reemplazar los recipientes y receptáculos por bolsas de plástico. Con ello se consigue un ahorro notable de tiempo, aproximadamente de un 30%, ya que se evita tener que volver a depositar el receptáculo en el punto de recolección después de vaciarlo en el vehículo. Pero centralmente, si se lleva el sistema de modo adecuado, es evidente que se avanza en el mejoramiento de la higiene urbana y obviamente, en la estética. Se considera deseable que las bolsas no superen los 30 Kg. por unidad.

Este sistema presenta problemas típicos y familiares para todos. En primer lugar no sirve para la recolección de residuos de gran tamaño como tampoco para los residuos cortantes. En segundo término se produce una tendencia a la comercialización de bolsas que no cumplen con las normas de espesor mínimas precisas, siendo frecuente su rotura y consecuente inutilización para los fines previstos. Es común también que se desparrame su contenido al no ser cerradas adecuadamente por los usuarios.

En tercer lugar y debido a su costo, se ha comercializado mucho más la utilización de la bolsa de plástico que luego causa problemas a la hora de su eliminación en vertederos.

En grandes inmuebles, conductos de evacuación de basuras, se está empleando con mayor frecuencia aparatos que permiten el ensacado automático de la basura con cambio igualmente automático de ester una vez lleno, haciendo además una ligera compresión sobre la basura para un mayor aprovechamiento de la capacidad de la bolsa.

1.3. Recolección hermética mecanizada.

Los receptáculos de basura, durante años han sido la única forma de recipiente utilizado. Generalmente se fabrican de material plástico o goma y están provistos de una tapa para evitar olores desagradables y posibles daños ocasionados por los animales. Las bolsas de basura se depositan en estos receptáculos y con ello se evitan roturas y se protege la estética urbana. Para su manejo se precisa gran número de operaciones. La capacidad de los receptáculos de basura varía entre 30 y 150 litros.



Recientemente, se empezó a utilizar en el centro de Europa esta modalidad que básicamente consiste en la utilización de receptáculos especiales con una capacidad de 120 litros y que aseguran un cierre prácticamente hermético. Los recipientes tienen ruedas y un sistema de enganche normalizado para la elevación y vaciado automático por parte de los camiones. Los vehículos del servicio deben poseer en su parte posterior un dispositivo basculador hidráulico completamente automático con el que vierten el contenido de los receptáculos sobre una tolva cerrada, provista de una trampilla adecuada a la boca superior del receptáculo que se utiliza. Se observa la tendencia a que el mantenimiento del contenedor quede a cargo del propietario del inmueble.

Con este sistema se obliga a una normalización total de los recipientes utilizados por los usuarios, por lo que su implantación presenta al principio ciertas dificultades.

Este sistema tiene las ventajas indiscutibles de ser más higiénico, de una mayor limpieza al no verter desechos al suelo y de ser mucho más cómodo para los empleados del servicio, también disminuye la frecuencia del servicio a una vez por semana.

La recolección mecanizada resulta algo más cara por la inversión inicial que requiere. Sin embargo, al ser herméticos los recipientes que se utilizan, se eliminan de las viviendas los olores desagradables y los gérmenes nocivos, mejorando el aspecto sanitario del manejo de los residuos. Este tipo de servicio pueden realizarse bajo dos formas de prestación y que denominaremos:

- *Servicio parcial*, en el cual los usuarios sacan los recipientes al paso de los vehículos y los operarios del sistema los retiran, facilitándose actualmente esta labor al ser en su mayoría de plástico.
- *Servicio completo*, donde el personal del vehículo va delante del mismo sacando los receptáculos de los "cuartos de basura" de los lugares de emplazamiento, mientras otro equipo de personal es el encargado de su vertido y posterior devolución de los receptáculos a su lugar de origen.

Los materiales más empleados para la fabricación de receptáculos para la recolección hermética son el plástico o el metal galvanizado.

Los receptáculos metálicos tienen el inconveniente de la oxidación, su peso y del ruido que producen al ser manejados, por lo que deben insonorizarse con juntas de goma. Un receptáculo de metal de 70 litros, pesa 22,5 kgs. contra 4,5 kgs. que pesa el de plástico, ambos para un contenido de 15 kgs. de basura.

La capacidad de los receptáculos varía considerablemente según el tipo de vivienda. Los receptáculos redondos en material plástico son de 35, 50, 70, 90, 110 litros.

Este sistema, innovador y de probada eficacia, está imponiéndose rápidamente debido a sus características y ventajas indiscutibles, tales como:



- **Maniobrabilidad:** El sistema de ruedas hace más fácil el manejo y la manipulación durante las operaciones de pre-recolección y recolección. Al permitir el vaciado automático mejora considerablemente las condiciones de trabajo del personal operario.
- **Rapidez:** Las operaciones de recolección son más rápidas y se realizan en buenas condiciones de higiene y seguridad. Paralelamente la gran capacidad de estos contenedores permiten espaciar las prestaciones del servicio de recolección.
- **Resistencia:** Por su calidad y diseño, este tipo de contenedores resiste mejor las inclemencias del tiempo así como los daños que puedan ocasionar los animales.

La distribución de los contenedores se debe realizar en función del tipo de edificio, número de viviendas, personas que lo habitan, residuos que generan diariamente, etc. Sin embargo, para optimizar su uso es necesario que los camiones recolectores dispongan de equipo elevacontenedores, facilitar el acceso a los cuartos de basura en los edificios, y establecer un sistema de mantenimiento y limpieza de los contenedores.

Muchos hogares cuentan ya con trituradores de basuras, instalados en los fregaderos de la cocina. Tales aparatos pueden eliminar los restos de alimentos, transformándolos en residuos semisólidos, lógicamente de menor volumen, pero que en todo caso no evitan la necesidad de la recolección de otro tipo de basuras, además actualmente no se recomiendan por las autoridades sanitarias ya que producen aparición de vectores sanitarios como ratas y una acumulación de materia orgánica en las depuradoras lo cual dificulta la actividad de las mismas.

Las ordenanzas municipales pueden exigir que los residuos de alimentos se desequen y envuelvan convenientemente, antes de colocarse en los recipientes de donde se han de recoger las basuras.

□ **Contenedores con cuatro ruedas:** Diseñados para recibir una mayor capacidad de carga, se fabrican tanto en polietileno inyectado de alta densidad como en chapa de acero galvanizado. Están equipados con los siguientes elementos:

- Cuatro ruedas giratorias, dos de las cuales tienen freno para inmovilizar el recipiente;
- Dos asas, una a cada lado, para facilitar el movimiento del contenedor y servir como dispositivo de enganche para su volteo y vaciado en el camión;
- Tapa con doble punto de agarre para su apertura y en ocasiones con dispositivo de cierre retornable;
- Tapón en el fondo para facilitar el vaciado o desagüe de líquidos.



Este tipo de contenedores presenta las mismas ventajas que los de dos ruedas pero debido a su gran capacidad y peso, se suelen utilizar cuando tenemos varias edificaciones de altura con densidad de viviendas elevada con el fin de que cada edificio utilice un contenedor y se reduzcan así los puntos de vertido facilitando el servicio de recolección. Es indispensable prever un sistema de mantenimiento y limpieza y para ello existen vehículos especiales equipados con un sistema de lavado automático. Su capacidad varía entre 600 y 1.100 litros.

1.4. Recolección de basura en grandes contenedores.

Dentro de una población existen numerosas áreas que generan basuras en cantidades demasiado grandes como para que puedan depositarse en el consabido recipiente de 100 litros de capacidad. Entre dichas áreas se cuentan las zonas públicas, como pueden ser parques, escuelas, hospitales, auditoriums, puertos deportivos, áreas comerciales, hoteles, industrias y mercados de diversos tipos. La mayoría de los municipios exigen de los usuarios de las áreas comerciales un pago especial por los servicios de recolección de basuras, o bien que contraten para dicha tarea a transportistas privados. El pago de tasas especiales en las áreas comerciales e industriales se justifica con el razonamiento de que su generación de residuos forma parte de la propia actividad mercantil e industrial y no debe ser objeto de subvención mediante la prestación gratuita de un servicio que se financia con los fondos procedentes de la recaudación general de impuestos.

Para este tipo de recolección se utilizan habitualmente los grandes contenedores. Estos suelen variar mucho de dimensiones, los primeros modelos que se emplearon se diseñaron para ser recogidos por un camión dotado de brazos elevadores, que los transportaba uno por uno hasta el punto de vertido. Ulteriormente, se ha optado por emplear camiones con grandes cajas de carga provistas de una amplia abertura en la parte superior, por la que se vacían los grandes contenedores mediante unos brazos elevadores que lleva el camión, con lo que indudablemente se reduce el número de viajes hasta el vertedero. Algunos de los contenedores de mayor tamaño poseen un mecanismo propio o independiente de compactación, y otros han sido diseñados para ser llevados a remolque. Con respecto a los residuos comerciales e industriales es frecuente que se exija a las empresas la adquisición de sus contenedores propios así como su mantenimiento en buen estado. El empleo de contenedores de grandes dimensiones ha permitido mejorar las condiciones de recolección en áreas donde se generan volúmenes excesivos de residuos y desechos. En épocas pasadas esas basuras se diseminaban por toda la zona, ensuciando los terrenos y favoreciendo la aparición de ratas, moscas, perros callejeros y otros animales molestos o peligrosos.



□ **Contenedores de gran capacidad:** Pueden ser abiertos o cerrados, y en este caso cuentan con equipo autocompactor que permite una reducción de 2/3 del volumen de los residuos.

Construidos con chapas de acero reforzadas por largueros del mismo material, disponen de puntos de enganche delanteros y traseros que permiten su carga en vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "cadenas". Dadas las características de estos vehículos hay que prever su acceso a la plataforma en que están ubicados los contenedores.

Los receptáculos abiertos sirven para depositar residuos voluminosos (sommieres, electrodomésticos, muebles, etc., así como escombros, embalajes y materiales diversos), mientras que los contenedores cerrados, que disponen de autocompactor, se utilizan en los grandes conjuntos de viviendas, mercados, hospitales, etc., para depositar los residuos ordinarios y actúan como pequeñas estaciones de transferencia reduciéndose el número de transportes hasta los centros de tratamiento. La capacidad de estos contenedores varía entre 5000 a 30000 litros.

□ **Contenedores para recolección selectiva:** Estos contenedores pueden tener diversas formas y generalmente se fabrican en polietileno inyectado de alta densidad.

Están concebidos para recibir exclusivamente un solo tipo de residuo: vidrio, latas, cartones o papeles, plásticos, etc., por lo que se instalan en sectores estratégicos de la ciudad para favorecer la recolección selectiva de aquellos residuos que es interesante someter a procesos de recuperación.

Se debe señalar que se hace necesario cada vez con mayor implicación por parte de los Municipios la normalización de los recipientes o bolsas a utilizar por los usuarios del servicio, por la influencia que ello tiene en el coste del servicio y en los sistemas técnicos y sanitarios a adoptar en la recolección.

A continuación y de forma general reflejamos unas tablas donde se pueden obtener datos sobre los tipos y tamaños de contenedores utilizados para el almacenamiento in situ de residuos sólidos y las aplicaciones típicas con sus limitaciones correspondiente.



Tabla 1: Datos sobre los tipos y tamaños de contenedores utilizados para el almacenamiento *in situ* de residuos sólidos.

Tipo	Unidad	Rango	Típico	Unidad	Típico
<i>Pequeño</i>					
- Contenedor, plástico o metal galvanizado.	Litros	75-151	114	cm	51D.66A (114 l)
- Baml, plástico, aluminio o fibra.	Litros	76-246	114	cm	idem
- Bolsas de papel desechables estandar	Litros	76-208	114	cm	38An 30P .102A(114 l)
- Bolsas de papel desechables resistentes a escapes	Litros	76-208	114	cm	46An.38P 102A(114 l)
- Bolsas de papel desechables a prueba de escapes	Litros	76-208	114	cm	76An 102A (114 l)
<i>Mediano</i>					
- Contenedor.	Litros	765-7.650	3.059	cm	183An 107P. 165A (3 059 l)
<i>Grande</i>					
- Contenedor descubierto, roll off (también llamado cajas de escombros)	Litros	9 176-38.235	-b	m	2.45An 1.83 A 6L (26.7650 l)
- Contenedor utilizado como compactador estacionario.	Litros	15.294-30.588	-b	m	2.45An. 1.83 A. 5.49L(22.941 l)
- Contenedor equipado con mecanismo propio de compactación	Litros	15.294-30.588	-b	m	2.45An. 1.83 A. 6.71L(22.941 l)
- Contenedor montado en trailer descubierto.	Litros	15.294-38.235	-b	m	2.45An. 3.66 A. 6L(26.765 l)
- Contenedor montado en trailer cerrado, equipado con mecanismo propio de compactacion.	Litros	15.294-30.58	-b	m	2.45An 1.83 A. 7.32L(26.765 l)

D= diametro; A= altura; L= longitud; An= anchura. P= profundidad. El tamaño varia según las características de los residuos y las condiciones locales. Tabla obtenida del capítulo 7 del libro "Gestión integral de residuos sólidos", G. Tcnobanogios, H. Theisen, S. Vigil

Tabla 2: Aplicaciones típicas y limitaciones de los contenedores utilizados para el almacenamiento *in situ* de residuos sólidos.

Tipo de contenedor	Aplicaciones típicas	Limitaciones
Pequeño contenedor plástico metal galvanizado	Fuentes de residuos de volumen muy bajo, tales como viviendas individuales, caminos en parques y pequeños establecimientos de comercio aislados. Zonas residenciales de baja altura con servicio de recolección setout.	Con el paso del tiempo se dañan y se degrada el aspecto y la capacidad de los contenedores. Los contenedores añaden peso extra durante la operación de recolección y no son suficientemente grandes como para recoger artículos voluminosos.
Bolsas de papel	Casas aisladas con servicio de recolección setout, puede usarse solo o como forro dentro de un contenedor doméstico. Zonas residenciales	El almacenamiento en bolsas es más caro. Si se colocan las bolsas en la calle o en la acera los perros las rompen o esparcen su contenido
Bolsas de plástico desechables	Casas aisladas con servicio de recolección. Puede usarse solo o como forro de contenedores domésticos y de almacenamiento. Útiles para residuos de comida húmedos dentro de contenedores domésticos y comerciales. Zonas residenciales de altura baja y mediana, zonas industriales y comerciales.	El almacenamiento en bolsas es más caro, y las bolsas se rompen fácilmente produciendo caída de basura y condiciones desagradables. Con clima muy frío las bolsas se fragilizan, provocando su rotura y la durabilidad del plástico produce problemas posteriores de evacuación. Las bolsas se estiran y se rompen en climas calientes.
Contenedor mediano	Fuentes de residuos de volumen mediano que también pueden incluir residuos voluminosos. Debe seleccionarse la localización para el acceso directo de los camiones de recolección. Zonas residenciales de alta densidad, zonas comerciales e industriales.	La nieve dentro de los contenedores forma hielo, que disminuye la capacidad y aumenta el peso. Es difícil llegar a los contenedores después de nevadas fuertes
Contenedor grande	Zonas comerciales de altos volúmenes. Residuos voluminosos en zonas industriales, zonas rurales de baja densidad. La localización debería estar en una zona cubierta pero con acceso directo para los camiones	Los costos iniciales son altos. La nieve dentro del contenedor baja su capacidad.
Contenedor Compac	Zonas comerciales de volúmenes muy altos.	El costo inicial es muy alto, y es difícil descargar en lugar de evacuación.

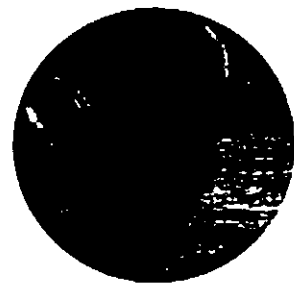
Tabla obtenida del capítulo siete del libro "Gestión integral de residuos sólidos", G. Tchobanoglous, H. Theisen y S. Vigil.



Capítulo



Equipamiento para la recolección



1. Equipamiento para la recolección.

Una vez que los residuos sólidos urbanos han sido depositados en los tipos de recipientes descritos en el apartado anterior, se procederá a su carga en vehículos adecuados denominados reductores y serán transportados a los centros de tratamiento o al vertedero controlado.

1.1. Vehículos recolectores.

El equipo de recolección de residuos sólidos domésticos varía de modo significativo en cuanto a tamaño y características. La capacidad influye fundamentalmente en el costo de la recolección. La altura de la carga debe ser tal que permita una operación cómoda, sobre todo si la carga es manual. Existen varios tipos de vehículos para la recolección de basuras: camión abierto, camión cubierto y camión con compactación, entre los más relevantes. Estos dos últimos se diferencian como veremos en que uno de ellos dispone de un sistema de compactación mecánica.

Los principales vehículos utilizados en la operación de recolección y transporte de los residuos urbanos son los siguientes:

Camión recolector con caja compactadora

Estos vehículos están equipados con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y un dispositivo de compresión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos.

La caja compactadora suele estar construida con chapas de acero especial, de alta resistencia a la abrasión y a la corrosión, reforzada con vigas y tirantes de acero de gran resistencia y montada sobre un bastidor de soporte sumamente sólido.

El vaciado de la caja compactadora se realiza generalmente mediante una placa de expulsión accionada por un circuito hidráulico.

Los camiones recolectores-compactadores pueden ir equipados con un elevador de contenedores que se adapta a los diversos tipos normalizados de 2 ó 4 ruedas facilitando la recolección hermética.

Este tipo de vehículo presenta las siguientes ventajas:

- Reducción del coste del transporte por tonelada;
- Reducción del tiempo de recolección;
- Al ser la caja hermética se mejoran las condiciones higiénicas, estéticas y de seguridad del servicio prestado.

La capacidad normal de estos vehículos oscila entre 6 y 25 metros cúbicos, es decir de 2 a 13 toneladas de residuos. La carga a este tipo de vehículo puede realizarse de forma manual o mecanizada.



Camión recolector con caja cerrada sin compactación

Las características técnicas de la caja son similares a las anteriores en lo referente a corrosión y estanqueidad, pero no disponen de mecanismo compactador por lo que su capacidad de carga es más reducida, ya que no existe en este caso compactación.

Suelen utilizarse en pequeños núcleos urbanos con poca generación de residuos, mientras que en ciudades de mayor entidad se emplean para la recolección de restos de arbolado y residuos de la limpieza de la vía pública.

Camiones para contenedores de gran capacidad

Son vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "cadenas", para poder levantar y depositar los grandes contenedores sobre el chasis del camión para su transporte al Centro de Tratamiento.

Camiones de caja abierta

Este tipo de vehículos se suele utilizar en áreas rurales donde el volumen de residuos es muy reducido y no se dispone de suficientes medios económicos para realizar un servicio adecuado.

En las áreas urbanas, este tipo de camión suele utilizarse para la recolección de residuos voluminosos como: sommieres, electrodomésticos, muebles, etc.

El camión abierto no es el más apropiado, y en todo caso debe ser operado para evitar esparcimiento de basuras, aconsejándose disponer de toldos fácilmente plegables y limitar la altura de la baranda para que el camión no se sobrecargue. Deben operarse con mucho cuidado con el propósito de evitar al máximo las condiciones de desagrado que produce este tipo de acción.

El camión cubierto, con una, dos o más puertas correderas para la carga, soluciona algunos de los inconvenientes que originan los camiones abiertos y aún permite disminuir el tiempo de descarga si se emplea un mecanismo que empuje la basura en el momento del vaciamiento en el sitio de disposición final.

Otros tipos de vehículos

Dentro de este concepto se incluyen los carros, remolques, volquetes, etc., que son movidos por tractores. Generalmente se usan en el medio rural donde el volumen de residuos generados es muy pequeño.

Este tipo de vehículos presenta iguales inconvenientes que los camiones de caja abierta pero indiscutiblemente prestan un servicio a costes mínimos en áreas rurales de población muy dispersa o de poca densidad demográfica.

Una vez analizados los diferentes tipos de vehículos, sus ventajas e inconvenientes, debemos recordar que cada municipalidad tiene que analizar todos los factores antes de



tomar una decisión sobre el tipo de vehículo teniendo en cuenta consideraciones económicas, higiénicas, estéticas y de seguridad en el servicio, es decir, que es importante para conseguir un rendimiento óptimo un vehículo recolector, que reúna las siguientes características:

- Rapidez de absorción de la basura.
- Llenado máximo y facilidad de vaciado.
- Tolva de carga que permita asegurar las operaciones de volcado de los recipientes fácilmente y en las mejores condiciones de higiene.
- Funcionamiento silencioso.
- Estanqueidad, estabilidad, facilidad de mantenimiento y de lavado.
- Reparto correcto de las cargas sobre los ejes.
- Seguridad.

Con las consideraciones hechas es importante decir que una de las opciones que parece cumplir todos estos requisitos es el tipo de camión cerrado con compresión mecánica, el cual permite aumentar enormemente su capacidad y un rápido vaciado de la basura. Entre las ventajas del camión con compactación mecánica pueden citarse altura relativamente baja de las bocas de carga, aumento de la densidad de basura por compactación y un aspecto estético compatible con una operación de este tipo. Sin embargo, el chasis del camión debe ser mucho más resistente para soportar la basura y el peso que significa el mecanismo de compactación. Se sugiere que antes de seleccionar el tipo de camión se soliciten propuestas públicas a fin de estudiar y analizar la bondad de uno en relación con los otros y decidir por el que más convenga a la comunidad, de acuerdo con las condiciones locales que imperen en la población a la cual va a servir. Es recomendable mantener una sola marca en equipos para facilitar el mantenimiento.

La capacidad de los camiones recolectores varía enormemente; existen camiones abiertos con capacidad para 1.5 m³ a 16, o más y camiones con compactación mecánica varían en capacidad de 7 m³ como máximo.

1.2. Tipología de tolvas de los camiones recolectores.

El conocimiento del tipo de tolva del vehículo recolector es importante ya que es uno de los factores que inciden sobre los tiempos y el rendimiento de la recolección. Por la importancia que tienen se presenta una descripción detallada de tres tipos diferentes de Tolvas.



□ **Tolva Heil.**

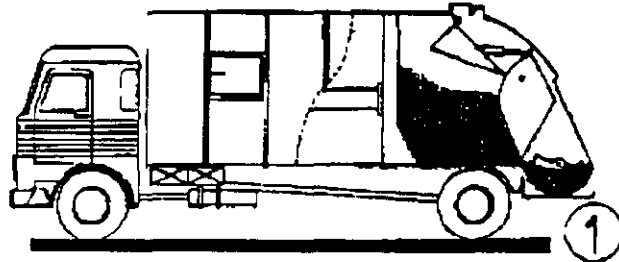
La basura es depositada en un receptáculo trasero, de donde es empujada al interior de la tolva por una placa móvil, mientras otra impide que se devuelva la que está en el interior. Estas placas además de empujar los desperdicios dentro de la caja, la van compactando. Un dispositivo relativamente nuevo es la placa eyectora, que es una plancha que tiene la propiedad de deslizarse y cumple dos funciones:

Ayuda a aumentar la compactación de la basura, ayuda a bajar la basura. (Ver Figura n° 1).

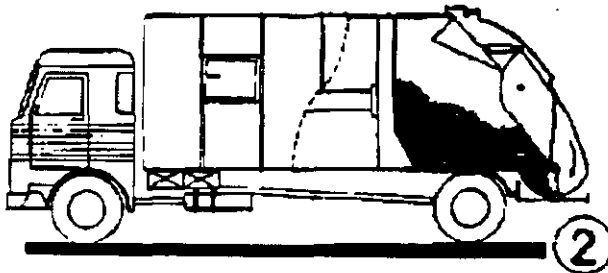
Para vaciar la basura la plancha se desliza desde el fondo de la caja hacia atrás sin tener que levantar toda la tolva, como ocurría en los modelos antiguos, con riesgo de volcarse el camión en los vertederos de basura por desplazamiento del centro de gravedad. Este tipo de tolva afecta los tiempos de recolección propiamente dicha, por esto es necesario detener el vehículo para efectuar la compactación.

Figura 1: Fases de funcionamiento de la tolva Heil

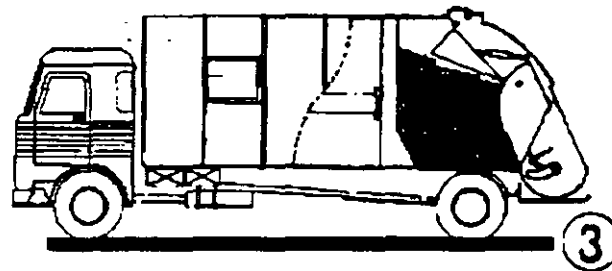
Fase 1:



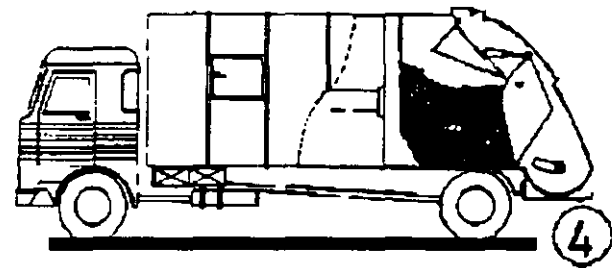
Fase 2:



Fase 3:



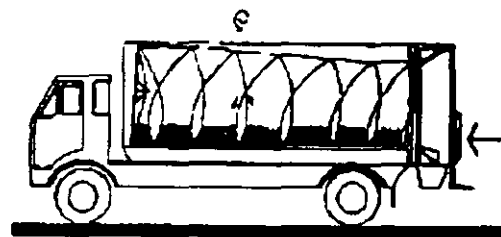
Fase 4:



□ **Tolva Kuka**

La basura se vacía en la abertura trasera de un tambor giratorio, de forma tronco cónico y con hélice en el interior (ver figura 2). La rotación de dicho tambor y la forma que tiene, van empujando los residuos hacia el interior, y al mismo tiempo los compacta. Para descargar la tolva simplemente se la hace girar en sentido inverso. Los grados de compactación que se alcanzan son similares a los que se obtienen con la tolva Heil. Este tipo de tolva afecta a los tiempos de recolección por el hecho de existir una boca de carga angosta, lo que no permite que más de dos recolectores vacíen los receptáculos al mismo tiempo y además posee una altura de carga mayor que la tolva heil. Un punto a su favor es su operación continua de compactación con vehículo en movimiento.

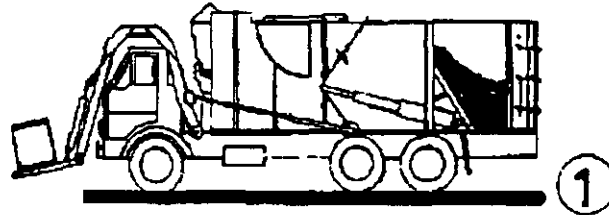
Figura 2



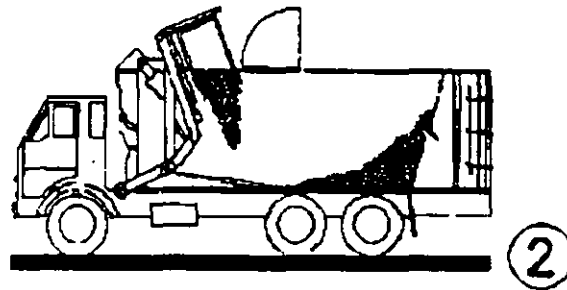
❑ **Tolva Leach Front Loader**

Un receptáculo que va en la parte delantera del camión es tomado por dos brazos hidráulicos, que lo levantan por sobre la cabina y lo vacían por arriba en la tolva, donde una placa accionada por un hidráulico se encarga de compactar los desechos (figura 3).

Figura 3



Fase 1a. de operación de la Tolva Leach Front Loader



Fase 2a. de operación de la Tolva Leach Front Loader

Las ventajas de este sistema son:

No hay operador para realizar el levantamiento del contenedor para volcarlo en el camión.

- Mayor rendimiento de la recolección.
- Mayor velocidad en la recolección.
- Mejor calidad del servicio de recolección.

Como inconvenientes podemos destacar:

- Mayor costos de implementación.
- Dificultad de maniobrar en zonas de alta concentración de viviendas.
- Necesidad de volúmenes altos de basura para optimizar su rendimiento.



1.3. Características del equipo de recolección.

El equipo mecánico que emplee el servicio de recolección ha de ser lo suficientemente robusto para resistir la dureza que caracteriza a estos trabajos. Los vehículos tendrán que circular por caminos buenos y malos; si tienen que llevar las basuras hasta los vertederos de relleno controlado tendrán que utilizar normalmente malas carreteras, con el consiguiente desgaste y daño de las cubiertas y posibles deformaciones por torsión de chasis y bastidores. Todos los elementos mecánicos deben mantenerse en buen estado de servicio, dispuestos a operar en terreno desigual y pendiente. Si en la población nieva, será frecuente que estos vehículos tengan que participar también en las operaciones de retirada de nieves.

La política a seguir debe orientarse a lograr que los equipos funcionen lo mejor posible y al costo más bajo que las circunstancias permitan, debiéndose procurar que los operarios que los manejan no pierdan la confianza que deben tener en tales elementos mecánicos.

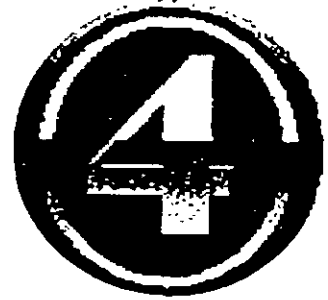
En relación a las carrocerías y cajas de carga de basuras, se deben tener en cuenta el volumen y capacidad de la caja que se ha de colocar sobre el chasis del camión de recolección de basuras ya implica una decisión que también ha de adaptarse en cada caso y para cada localidad. Estas dimensiones dependerán:

- De la cantidad de basuras que se hayan de recoger en el recorrido y que aseguren una carga completa o casi completa del vehículo en una jornada laboral de tipo medio;
- Del número de obreros que participen en la operación; y
- De la anchura de las calles o caminos del recorrido.

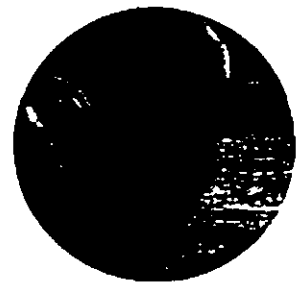
El camión con carrocería diseñada para su completo manejo por una sola persona puede resultar muy eficaz en aquellas comunidades locales que tengan la suerte de contar con un servicio de recolección en las aceras de las fachadas principales, es decir, donde no se necesita de un personal que tenga que ir hasta las puertas traseras de las viviendas a recoger los recipientes de basura. Hay quien afirma que si los recipientes de basura se colocan en los bordillos de las aceras, con un camión diseñado para este tipo de operación y manejado por un solo operario pueden conseguirse unas cifras de rendimiento del orden del 70 % de las correspondientes a la cuadrilla formada por un conductor y otros dos operarios que lleven un camión de tipo más convencional. Por otra parte, este tipo de equipo en que el conductor se encarga por completo de las operaciones de recolección de un distrito o itinerario puede fomentar el sentido de responsabilidad del personal que realiza el servicio.



Capítulo



*Factores incidentes en el proceso
de recolección y transporte de R.S.U.*



1. Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.

Hay factores que por su incidencia en los costos del sistema de recolección y por la repercusión a nivel social merecen una consideración especial. A continuación abordamos los mas frecuentes.

1.1. Itinerarios de recolección.

Los costes operativos de los itinerarios de la recolección suelen presentar un valor importante dentro de la gestión de los residuos. El estudio de los itinerarios y sus características facilitará mejorar su eficacia y por consiguiente la gestión de los residuos.

En un determinado momento muchas personas expresaron su confianza en que el potencial analítico que ofrece el ordenador electrónico permitiría la obtención de itinerarios de recolección de basuras que dieran un máximo de eficiencia al servicio y redujeran los costes operativos al mínimo posible. Algunos expertos en computadoras intentaron preparar modelos de programación que proporcionaran soluciones adecuadas. Pero pronto se advirtió que el gran número de variables en juego (ancho de vía, sentido e intensidad del tráfico, pendientes, etc.) y la dificultad de su respectiva evaluación hacían que no resultase práctico este método de enfocar el problema.

La alternativa que queda consiste en estudiar los itinerarios conjuntamente con los administradores de la entidad municipal utilizando al máximo los conocimientos y la experiencia de quienes en la práctica han realizado estas tareas. Se trata -como se indica en un reciente informe elaborado por la EPA- de lo que se conoce con la denominación de «determinación heurística de itinerarios» («heuristic routing»), que puede definirse como «un proceso intelectual, lógico y de sentido común, que a través de la experiencia permite organizar ideas, conceptos e información con vistas a obtener una solución o resultado útil». Se reconoce abiertamente que quienes son responsables de la realización del trabajo son precisamente los que están en mejor posición para introducir mejoras en los itinerarios, sin más que atenerse a unas pocas reglas y directrices lógicas.

Quienes llevan a cabo estos estudios emplean términos tales como los de macrorecorridos y microrrecorridos. El primero se refiere a las áreas o distritos cubiertos por los itinerarios de recolección y el segundo a cada itinerario concreto que dentro de un distrito determinado, seguirá el camión de que se trate y la cuadrilla que va con él. La expresión macrorrecorrido también puede aplicarse al conjunto de los itinerarios asignados al conjunto de las cuadrillas diariamente. Si la política del municipio consiste en efectuar una sola recolección a la semana -y son numerosas las comunidades locales que operan con esta frecuencia- a la cuadrilla puede asignársele un recorrido distinto para cada día laborable.



Capítulo 4 Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.

En lo que se refiere a la determinación de itinerarios concretos (microrrecorrido), las reglas heurísticas de la EPA pueden proporcionar una orientación constructiva al administrador de los servicios de recolección y eliminación de residuos sólidos. Veamos esas reglas ligeramente retocadas en su redacción.

- Limitar cada itinerario a un área que sea lo más «compacta» posible. No fragmentar ni superponer itinerarios. Igualar las cargas de trabajo, de modo que resulte razonablemente equiparado el tiempo invertido en cada recorrido de recolección y acarreo.
- Iniciar el itinerario de recolección en el punto más próximo posible al garaje o centro de operaciones, teniendo siempre en cuenta la existencia de calles de tráfico intenso y de dirección única.
- Evitar que la recolección en las calles de más circulación tenga lugar a las horas de mayor intensidad de tráfico. Si en el área predominan las calles de dirección única conviene iniciar el itinerario en uno de sus extremos y que discurra «rizos» aprovechando las calles transversales, como se indica en la siguiente Figura n° 4.
- Incluir las calles sin salida en el área de recolección de las calles que las cruzan. Programar la recolección de forma que los camiones cambien de dirección mediante giros a la derecha. Ello resulta especialmente importante cuando se trata de camiones que no llevan más operario que el conductor y éste va sentado a la derecha de la cabina.
- Cuando se trate de un área con cuestas empinadas, iniciar en lo posible la recolección en el punto de máxima elevación. Recoger las basuras de ambos lados de la calle mientras el vehículo circula cuesta abajo. Este procedimiento mejora la seguridad de la operación, reduce el desgaste del vehículo y ahorra combustible y lubricantes.
- Para facilitar la recolección a ambos lados de la calle en el mismo recorrido conviene programar los itinerarios siguiendo rutas largas y rectilíneas, intentando atravesar la vía perpendicular a la dirección que llevamos antes de girar para retroceder haciendo «rizos», generalmente en el sentido de las agujas del reloj. En la figura siguiente se observa las maniobras aconsejadas, sin olvidar que es importante la realización de un estudio «in situ», es decir debemos recorrer la zona con el objetivo de identificar los puntos críticos.

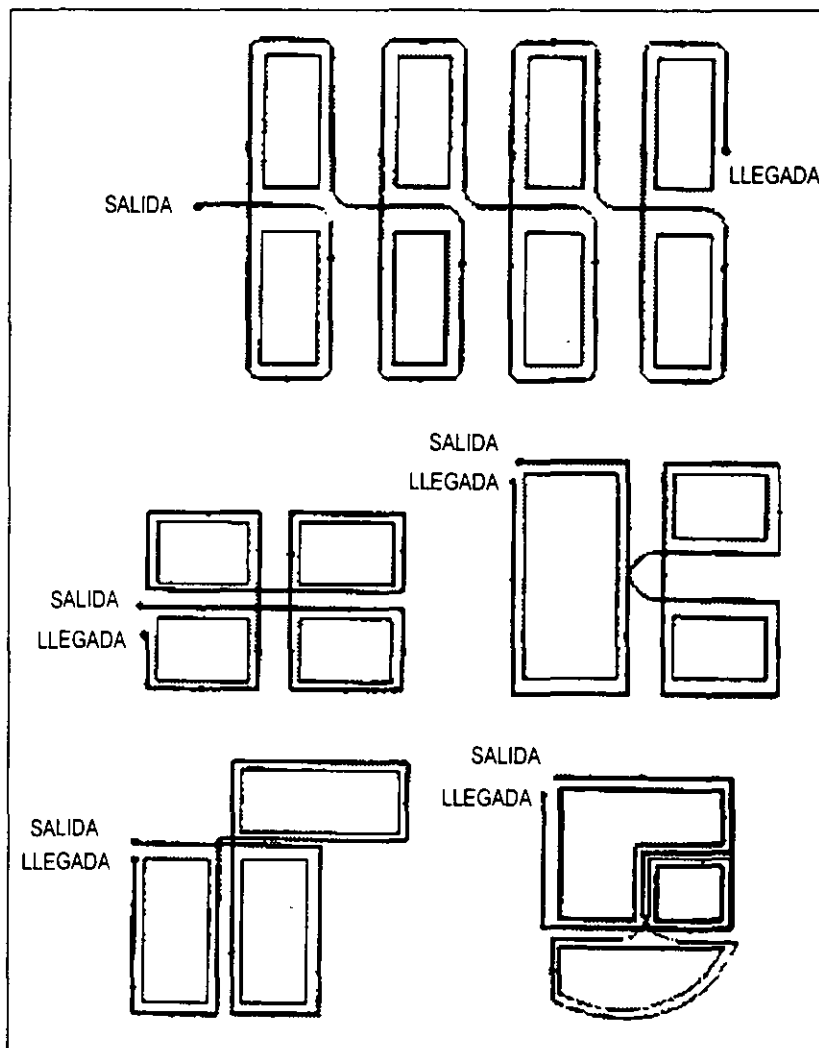
Estas reglas generales resultan más aplicables cuando se trata del sistema normal de trazado de calles en cuadrícula. Pero actualmente son pocas las calles de nuevo trazado que se ajustan a este modelo de forma tan estricta y constante como en otras épocas, por lo que con trazados de calles en curva, por ejemplo, tanto los directivos como los operarios que realizan el servicio deberán prestar aún mayor atención en la particular manera en que se efectuará cada recorrido.



Cuando se trata de áreas céntricas de poblaciones grandes es necesario que la retirada de los desechos voluminosos se efectúe sobre la base de un sistema cuidadosamente organizado. Los residentes de estos barrios tienen menos oportunidad de transportar los desechos hasta los puntos preestablecidos para la descarga de residuos voluminosos, situados generalmente en el extrarradio o periferia del núcleo urbano. Además, es frecuente que los residentes con ingresos escasos carezcan de recursos suficientes para acarrear estos desechos asumiendo su costo.

En la siguiente figura reflejamos algunas soluciones de itinerarios usualmente utilizados.

Figura 4: Organización de itinerarios



1.2. Turnos y horarios.

La comunidad tiene la expectativa que el servicio de recolección de basuras se realice con regularidad y eficiencia, preferiblemente, a una hora concreta del día, y que cuando pase la cuadrilla no quede basura alguna detrás de ella. Sin embargo, esta exigencia de regularidad puede perjudicar al grado de eficacia con que se desempeña el servicio, puesto que las cantidades de basura varían de una a otra recolección y puede darse el caso de que el camión esté ya casi lleno, o lleno del todo, antes de terminar su recorrido. Precisamente, para mitigar este posible problema pueden adoptarse ciertas técnicas.

La más generalizada, indudablemente, consiste en distribuir el trabajo de recolección a destajo. A cada cuadrilla se le asigna un itinerario o ruta específico que viene a requerir normalmente una jornada laboral. La cuadrilla regresa a su base de partida en cuanto termina su recorrido, lava el camión y sus componentes dando por concluido el trabajo. Este método fomenta la rapidez de actuación, lo que satisface a los usuarios y conviene a los obreros. Sin embargo, también puede favorecer el apresuramiento excesivo de los obreros en la realización de la tarea, que se ejecutará de forma más descuidada, con más posibilidades de accidentes y vaciando los recipientes de forma desordenada.

La designación de una cuadrilla formada por un número variable de operarios puede servir para compensar, según los días, la existencia de volúmenes mayores o menores de basura en sus recorridos. Prestando atención a las cantidades recogidas, el administrador del servicio puede prever los posibles incrementos en días sucesivos, lo que le permitirá destinar al personal que convenga en cada caso.

El método de relevo entre itinerarios proporciona una forma de adaptarse a las variaciones de cantidad de las basuras. El conductor de un camión de recolección comunica a su superior, por radio o por teléfono si al terminar su recorrido resulta que el vehículo no está lleno del todo. Entonces puede recibir la orden de dirigirse al extremo final de otro itinerario en que aún no se haya terminado la recolección, para que inicie allí su recorrido en sentido inverso, hasta encontrarse con la cuadrilla que tiene asignado tal itinerario. Lo mismo sucede en el caso en que el conductor observase que en su ruta existe tanta basura para recoger que sobrepasará la capacidad de llenado de su camión. En dicho caso podrá comunicarlo al centro de mando solicitando ayuda.

El método del itinerario de reserva constituye otro medio de utilizar el equipo con la mayor eficacia. La jefatura del servicio selecciona de tres a cinco itinerarios en torno a una ruta central y considera este conjunto como una sola unidad. Cada cuadrilla trabaja siguiendo su propio itinerario, moviéndose de modo constante hacia el centro en cuestión; y cuando llegan, entre todas recogen las basuras de la ruta central.

Naturalmente, los métodos aquí descritos no son los únicos que pueden seguirse en la programación de las cuadrillas de recolección. Es posible que existan variantes capaces de dar buenos rendimientos, al tiempo que proporcionen al usuario el servicio de recolección regular y seguro de que desea disponer. Los estudios de tiempos y



movimiento en cada uno de los itinerarios, la cuidadosa anotación de las cantidades de basura que se recogen y la introducción de un sistema de incentivos en el trabajo serán otras tantas medidas que han de contribuir sin duda a mejorar el servicio prestado.

1.3. Recolección de residuos sólidos en zonas rurales.

En América Latina y el Caribe, con el continuo avance del proceso de urbanización, las áreas que hasta hace poco eran netamente rurales comienzan ya a plantear problemas de eliminación de residuos sólidos. En el pasado, cuando su población aparecía todavía demasiado diseminada para justificar el establecimiento de servicios de recolección de basuras casa por casa, la mayoría de las entidades locales afectadas se limitaron a señalar unos puntos o lugares de vertido a los que los propios residentes de la zona podían llevar sus basuras y desechos. Tal sistema jamás dio resultados plenamente satisfactorios. La suciedad era cosa corriente, como lo eran las ratas, las moscas e incluso los incendios, factores todos ellos capaces de crear situaciones peligrosas.

En muchos casos la solución de este tipo de problemas consiste en sustituir los vertederos abiertos por grandes contenedores cerrados, situados estratégicamente, que se recojan y descarguen con una determinada regularidad; por ejemplo, una vez por semana. Para ello debe seleccionarse con cuidado el tamaño del contenedor que mejor se adapte a este tipo de operaciones.

1.4. Personal del servicio.

El personal de los servicios de recolección ya no debe reclutarse entre los obreros menos cualificados sobre todo si se implanta el sistema que tanto éxito tiene, de emplear una sola persona para realizar la operación completa. Estos operarios deben superar unas estrictas pruebas físicas, deben poseer permiso de conducir y siempre que sea posible, deberán contar con el incentivo que supone el ascenso a puestos de más categoría dentro de los servicios municipales. Es importante elevar el nivel de los recolectores a través de la capacitación permanente a efectos de compenetrarlos de la importancia del servicio que prestan a la comunidad. Así mismo la capacitación del personal les permitirá desarrollar toda una carrera, lo que es también conveniente para la empresa o municipalidad ya que los últimos escalones de la carrera serán ocupados por personal de vasta experiencia y capacitados para solucionar por iniciativa propia y solvencia los potenciales problemas o imprevistos que puedan presentarse. Algunos estudios recomiendan que este personal se reclute entre personas con una media de edad de 27 años, pero tal política podría plantear problemas por entrañar una práctica discriminatoria.

El cuidado de la seguridad personal será central en este tipo de trabajo. Los trabajadores deben contar con uniformes, incluyendo guantes y en la estación o zona de servicio debe garantizarse la existencia de una sección destinada a guardarropa. Se deberá contar también con condiciones mínimas para posibilitar la higiene del personal (servicios de agua fría y caliente). Es importante promover el conocimiento de normas que

Capítulo 4 Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.

contribuyan a su cuidado personal y por ende familiar. Debe ser perentoria la orden de evitar el "cachureo o cirujeo", es decir la extracción de material recuperable de la basura por sus potenciales efectos insalubres.

El número de operarios por vehículo transportador de basura depende de una serie de factores, tales como número de recipientes por localidad, densidad de la población, características del distrito, tiempo disponible para la recolección y transporte al sitio de disposición final, número de viajes por día, tiempo necesario para la recolección propiamente dicha (hombres-minuto por tonelada de basura, tiempo que demora un hombre en recolectar una tonelada de residuos) y tamaño del vehículo recolector.

Generalmente se emplean, dos o tres hombres y ocasionalmente cuatro, por vehículo. En este último caso, un hombre trabaja a cada lado del camión para manipular los recipientes y el tercero los descarga en el vehículo. El cuarto operario es el chofer. Esta disposición se justifica sólo en un distrito de alta densidad de población en el cual los recipientes son colocados en la acera, lo que permite una manipulación del orden de 500 unidades por día y operario. En cambio, si los recipientes están en el interior de la casa, el rendimiento disminuye a unas 200 a 300 unidades por día y operario.

El número de operarios por cuadrilla no puede ser normalizado, por cuanto depende de los factores a los cuales se ha hecho mención y debe ser estudiado en cada caso particular según las condiciones locales.

1.5. Eficacia de la labor de recolección.

La comunidad local puede adoptar una serie de medidas tendientes a obtener un mayor rendimiento por dólar invertido y, al propio tiempo, seguir manteniendo un elevado nivel en la prestación del servicio. Algunas de estas medidas requieren la cooperación del público -del residente en la casa o encargado del establecimiento mercantil- y otras exigen un estudio y análisis previos por parte de los encargados de la administración del servicio. Veamos cuáles son las medidas en cuestión:

- Un mejor y mas eficaz almacenamiento de la basura en el lugar de su recolección (requiere la cooperación del residente).
- Colocación del receptáculo o recipiente de la basura junto al bordillo de la acera o en la calle trasera, manteniendo una adecuada alineación (requiere la cooperación del residente).
- Empleo de bolsas de plástico o papel para sacar la basura, con objeto de facilitar la recolección (requiere la cooperación del residente).
- Atado o envoltura de las basuras de jardines y corrales, formando unos fardos o manojos fáciles de manejar, si es que tales residuos no pueden colocarse en recipientes (requiere la cooperación del residente).
- Organización de itinerarios más eficaces para los vehículos de recolección (requiere previo estudio técnico).



- Adopción de mejores equipos capaces de utilizar el esfuerzo de la mano de obra con mayor eficacia (requiere previo estudio técnico).
- Creación de instalaciones de transbordo de basuras, destinadas a impedir el costoso transporte de cargas relativamente pequeñas hasta puntos de vertido muy distantes (requiere previo estudio técnico).

En la recolección propiamente dicha podemos destacar los siguiente factores:

A) Tipo de receptáculo, ya que de él depende el manejo eficiente por parte de los Cargadores.

En las urbes se aprecia que el público en general utiliza las bolsas plásticas.

El tipo de receptáculo usado en las industrias, por lo general son tambores partidos (de 50 y 100 litros).

En los locales comerciales, es donde se aprecia menor uniformidad, ya que utilizan indistintamente, recipientes de cartón, madera o metálicos de distinto volumen.

Como una referencia se señala a continuación la incidencia del tipo de receptáculo en los tiempos de recolección (Tabla n° 3). Allí se aprecian los tiempos promedio empleados para tomar un depósito, vaciarlo y volverlo a dejar en la vereda.

Tabla N° 3

Tipo de receptáculo	Volumen	Tiempo de vaciado medio	Tiempo de vaciado por litro
Cajas de carton chicas	44.2 lt	13.4 seg	0.30 seg
Cajas de carton grandes	156.50 lt	16.4 seg	0.10 seg
Cajones de mad chico	42.50 lt	13.8 seg	0.33 seg
Cajones de mad. grandes	173.50 lt	21.1 seg	0.12 seg
Tambores grandes	171.60 lt	34.3 seg	0.21 seg.
Tambores chicos	116.80 lt	20.4 seg	0.18 seg
Tarros de metal	39.40 lt	14.7 seg	0.37 seg
Bolsas plásticas	40.00 lt	3.5 seg	0.09 seg

Capítulo 4 Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.

B) Ubicación del receptáculo, por costumbre la ubicación del receptáculo es en la vereda, esto hace que el tiempo de recolección sea menor.

En los sectores donde existen pasajes, el camión recolector debe maniobrar dificultosamente, ya que existe una sola vía, la cual hace aumentar los tiempos de recolección.

El comercio en un gran porcentaje presenta sus residuos de la misma forma que lo hace el sector residencial.

En las industrias los recolectores deben dirigirse al interior para retirar y luego a dejar los receptáculos, lo que trae consigo una disminución en los rendimientos.

C) Número de recolectores, en general no hace variar el rendimiento, lo que si incide es la edad de los recolectores, ya que en general ella determina su estado físico.

D) Densidad de desecho por kilómetro, ya que determina la cantidad aproximada de receptáculos lo que influye directamente en los tiempos de recolección.

E) Tipo de zona o sector, pues de él depende la localización de los receptáculos como también la cantidad de desechos producidos. Tan importante como lo anterior es la topografía existente, ya que si no es plana demanda mayor tiempo.

F) Calidad de las vías de circulación, ya que incide en la vida útil de los vehículos y en la probabilidad de accidentes.

G) Hora en que se realiza la recolección, en las de mayor movimiento vehicular.

En las zonas residenciales e industriales no existe mayor problema al adoptar cualquier hora, pero en las zonas comerciales la recolección debe ser hecha en horas de la mañana, antes que comience el movimiento de personas y vehículos.

H) Clima, especialmente en climas lluviosos, pues se debe tener mayor cuidado al maniobrar el vehículo por las dificultades que presenta un suelo mojado y por que los recolectores deban usar ropa menos cómoda para protegerse de la lluvia.

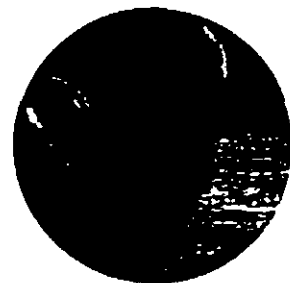
La evaluación de la incidencia de estos factores en el sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios es indispensable a fin de determinar la eficiencia y rendimiento del sistema si es municipal, o para precisar la tasa de pago por servicio cuando es entregado a un contratista.



Capítulo



Estaciones de transferencia.



1. Estaciones de transferencia.

En la actualidad los centros de disposición final de los residuos sólidos tienden a ubicarse a una mayor distancia de los núcleos de generación. Esto origina un grave inconveniente ante la necesidad de recorrer grandes distancias por parte del vehículo recolector, cuyo diseño esta concebido para la recolección pero no para el transporte. Como solución a este problema surge el concepto de estación de transferencia, allí los residuos de los vehículos recolectores son transferidos a equipos de transporte que poseen una gran capacidad de carga (trailers, barcazas, ferrocarril, etc.), los cuales llevan los residuos al centro de disposición final.

Las estaciones de transferencia son edificios generalmente cerrados parcial o totalmente con el fin de eliminar los posibles impactos producidos por olores, ruidos, diseminación de residuos etc.

Hay diferentes tipos:

Estación de transferencia de carga directa.

Estación de transferencia de almacenamiento y carga.

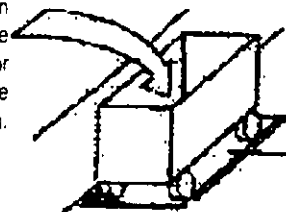
Estación de transferencia mixta.

En ellas puede haber compactación de los residuos, con la finalidad de minimizar el costo de transporte a los centros de disposición final, esta compactación puede ser alta, media o baja.

A continuación proponemos algunas figuras que permiten visualizar la modalidad de operación de estas estaciones.

Métodos de Carga en Estaciones de Transferencia

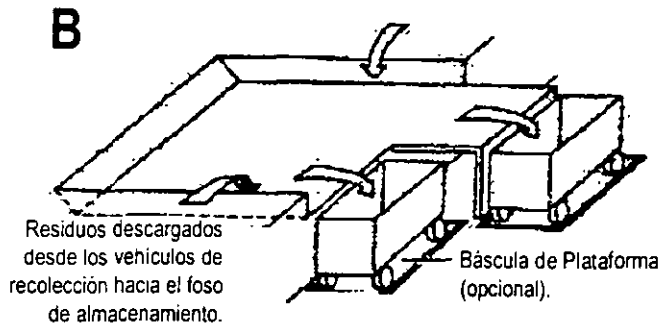
Residuos descargados directamente en un trailer abierto, en instalaciones de compactación, o en un transportador móvil para llevarlos a instalaciones de procesamiento o compactación.



Básculas Plataforma (opcional)

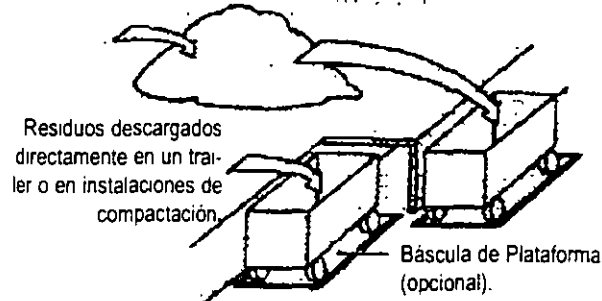
A



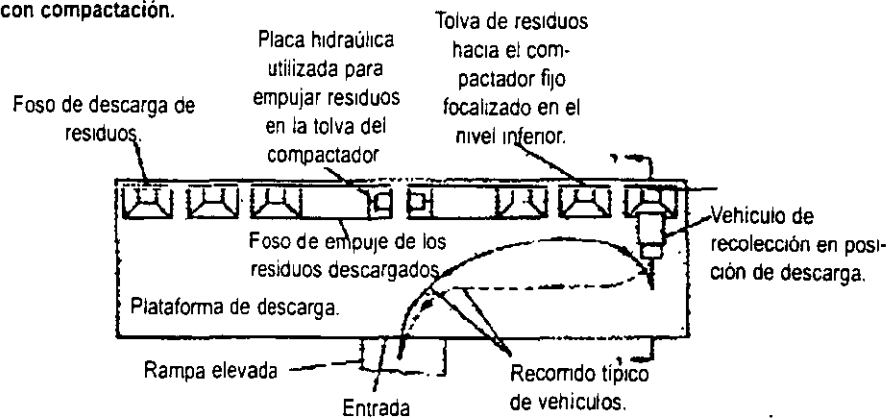


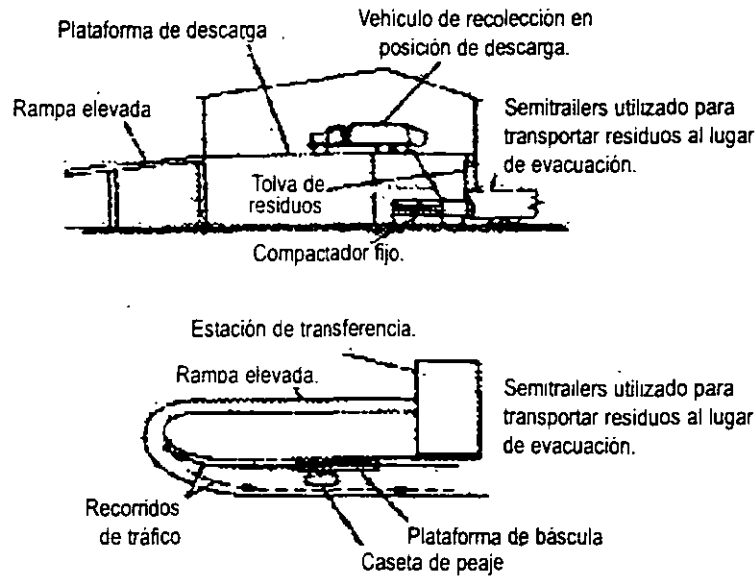
Residuos del foso de almacenamiento cargados en trailers de transporte abiertos o en instalaciones de compactación o en un transportador móvil para llevarlos a instalación de procesamiento o de compactación.

C Residuos descargados en plataforma de descarga. Después de separar los materiales reciclables, se cargan con palas frontales el resto de los residuos en trailers de transporte.



Estación de Transferencia con Carga Directa de mediana y pequeña capacidad con compactación.





Fuente: "Gestión integral de residuos sólidos urbanos". Geoge Tchobanoglus. H. Theisen. S. A. Virgil. Mc. GrawHill.

Esta modalidad incrementa el manipuleo de los residuos y por supuesto agrega costos al manejo derivados de su construcción y operación. La pregunta es entonces, ¿Cuándo se considerará beneficiosa una estación de transferencia para una aplicación particular? o sea, ¿Cuándo el incremento de costos que implica una estación de transferencia estarán cubiertos por los ahorros que la misma origina? Evidentemente la transferencia se torna viable cuanto la distancia entre los núcleos generadores de residuos y los centros de disposición final es grande. Aunque la factibilidad de la instalación debe ser considerada particularmente según las condiciones locales y sus necesidades, estudios realizados sobre el tema indican que, ante una distancia de aproximadamente 25-30 Km. ya es conveniente estudiar la posibilidad de implantación de una estación de transferencia para la minimización de los costos de transporte. Lógicamente este criterio no es el único, siendo necesario realizar un estudio de prefactibilidad para una correcta decisión.

1.1. Ventajas

Los principales beneficios reconocidos a este sistema podemos resumirlos en:



1. Economía de transporte

En un transporte de transferencia la carga útil legal puede ser de 18 a 25 toneladas en comparación con las 4 a 10 toneladas del transporte por vehículos recolectores. Lógicamente esto reduce los viajes al centro de disposición final, permitiendo así que la flota de recolección permanezca más tiempo en sus rutas, lo que produce una importante reducción de los costos de capital y operación.

2.- Ahorro de trabajo

Los camiones que realizan la recolección tienen tripulaciones de dos o tres personas, además del conductor. Durante el tiempo "adicional" de transporte del vehículo hacia el lugar de disposición esta tripulación debe permanecer en el vehículo, lejos de su labor de recolección, con el costo que ello conlleva. El vehículo encargado del recorrido de la estación de transferencia a la disposición final sólo necesita un operario (el conductor).

3.- Ahorro de energía

Los consumos por Tonelada/Kilómetro transportado, son menores en los vehículos de transferencia que en los recolectores.

4.- Reducción de costos por desgastes y/o roturas del equipo

Debido a la menor cantidad de viajes se logra una disminución en el kilometraje global del recorrido, con la consiguiente reducción en el desgaste de los equipos.

5.- Versatilidad

La flexibilidad de los sistemas de transferencia permiten cambiar el destino final de los residuos sólidos con un mínimo impacto en la operación de recolección.

6.- Reducción del frente de descarga en los rellenos

Dado que el tamaño del frente de descarga en el relleno está determinado por el número y tipo de vehículo utilizado, una reducción en el volumen de éstos demandará una disminución del área de trabajo en la descarga. También producirá mayores condiciones de seguridad debido a reducción del tránsito de vehículos.

7.- Posibilidad de reciclado

Si las condiciones operativas, de costos, sanitarias, etc., lo permiten, las estaciones de transferencia pueden dar una excelente posibilidad de reciclado primario de algunos materiales previamente a ser dispuestos.



Capítulo



**Consideraciones básicas para la elaboración
de un proyecto de recolección de residuos**



1. Consideraciones básicas y diseño del sistema de recolección de residuos.

En la elaboración de un proyecto de recolección intervienen todos los factores mencionados hasta aquí, los que deben analizarse de manera organizada. En primer lugar se considera:

- Características de los residuos a recoger.
- Incidencia de las variaciones estacionales en la cantidad de residuos producidos.
- Estructura urbana de cada una de las zonas (comerciales, industriales o domésticas).
- Volumen y densidad de población.
- Tipos de edificaciones.
- Sentidos de circulación y tráfico de las calles.
- Ancho de las calles.
- Repercusiones posibles de la recolección nocturna.
- Distancias al centro de eliminación vertedero o descarga.
- Posibilidades de normalización de cubos y recipientes de recolección.
- Ordenanzas municipales.

Una vez que se dispone de esta información, aunque sólo sea de forma aproximada, se puede empezar a trabajar en un servicio racional de recolección de las basuras.

La operación de recolección requiere un planteamiento previo en el que deben considerarse, entre otros, los siguientes aspectos:

- Infraestructura urbana y urbanismo.
- Características de los residuos a recoger.
- Utilización de recipientes y bolsas para el servicio.
- Distancia al centro de eliminación o vertedero.



Capítulo 6 *Consideraciones básicas para la elaboración de un proyecto de recolección de residuos*

Partiendo de ello, puede estructurarse un servicio que considere el ancho de calles, tipo de edificaciones, densidad de los lugares, direcciones de las calles, etc., para determinar la conveniencia de realizar con carácter nocturno este tipo de servicio.

Las características de los residuos a recoger, tiene baja importancia, cuando se utilizan vehículos recolectores compresores. Ahora bien, es importante valorarlos a la hora de elegir el tipo de recolector, considerando como características más importantes:

- Estanqueidad total, para evitar derrame de líquidos.
- Índice de compresión, a fin de mejorar el rendimiento de los equipos.
- Rápida absorción de residuos.
- Costo de mantenimiento.
- Seguridad de manejo.

Además siempre que las características urbanas del lugar lo permitan, deben elegirse recolectores de gran volumen de carga para evitar las pérdidas de rendimiento que suponen los desplazamientos al centro de eliminación.

A la hora de elegir los equipos más apropiados, hay que considerar que es necesario disponer en el parque de vehículos de aquellos que permitan realizar los servicios especiales, que no pueden o no deben ser realizados con los recolectores compresores antes mencionados, tales como los derivados de actividades sanitarias y aquellos otros que por sus características -animales muertos, productos sanitarios- no se recomienda su compresión.



Capítulo



iseño del sistema de recolección



1. Diseño del sistema de recolección.

El diseño de un sistema de recolección de basura es un problema bastante complejo que debiera ser abordado por ingenieros sanitarios especializados, considerando los aspectos económico, higiénico y estético del sistema.

Lo primero que debe considerar el ingeniero que diseña el sistema de recolección, es el número de sitios o puntos para la disposición final de la basura con que debe contar la ciudad, y esto depende fundamentalmente del tamaño de la ciudad a servir y de las condiciones locales adyacentes a la comunidad de referencia. Es evidente que el o los puntos de disposición final de basura deben encontrarse a la menor distancia posible del centro del distrito a servir. Establecidos estos lugares, es fundamental fijar los días y distritos o barrios a servir por cada unidad de recolección, marcando en un mapa de la ciudad las calles y avenidas a recorrer, dirección a seguir (con el propósito de reducir al mínimo el tiempo improductivo), ajustando la circulación de los vehículos para que éstos converjan, con su carga completa, al punto que diste lo menos posible del sitio de disposición final.

Una vez que se inicia la recolección, es necesario que técnicos supervisores recorran los diferentes barrios o áreas servidas para comprobar si se atiende al total de predios establecidos y si el tiempo requerido para servir los diferentes sectores del barrio y para completar la carga del vehículo realmente coinciden con lo previsto. Con esta información se hace un ajuste del sistema planeado en forma teórica.

La eficacia de un sistema de recolección depende de la correcta coordinación de varios factores, tales como: capacidad del vehículo, número de hombres por vehículo, tipo de basura recolección y número de viajes por día para una distancia determinada al sitio de disposición final. Debido a todas las variables que afectan al sistema, es difícil precisar los factores que conducen al costo mínimo de recolección. Por esto debe encontrarse una fórmula que determine el número de operarios por camión que, trabajando el día completo sin tiempo improductivo, hagan el número de viajes necesarios para recoger la cantidad de basura correspondiente. La práctica común es hacer dos, tres o más viajes al día, con los cuales se sirve todo el barrio, pero a carga completa por viaje, a fin de no encarecer el costo de explotación. En otros términos: debe establecerse la cantidad de basura a recoger por viaje para una ciudad, considerando un número fijo de hombres por vehículo y determinados viajes por día, lo que depende fundamentalmente, entre otros factores, de la magnitud del tiempo medio empleado en la recolección propiamente dicha: hombres minuto por viaje.

En un sistema de recolección con una distancia de transporte determinada es conveniente emplear el mínimo de hombres-minuto por toneladas en la operación de transporte. Si se incrementa el número de servidores por camión, debe aumentarse en la misma proporción el tonelaje acarreado por vehículo, a fin de no recargar el costo por concepto de mano de obra en la operación de transporte de basura al sitio de disposición final.

Para proporcionar los datos que permiten obtener esta información es necesario un buen registro. Diariamente hay que anotar los siguientes datos por vehículo: capacidad y kilómetros recorridos, número de viajes efectuados al sitio de disposición final, volumen y peso de las basuras, número de servicios atendidos, porcentaje de servicios atendidos con recipientes en la calle y en el interior de las casas, porcentaje de servicios no atendidos, y su razón, reclamos del público, horas trabajadas (operarios y empleados por unidad de recolección), y condiciones del tiempo.

No deben pesarse todas las cargas, sino sólo las del número de vehículos suficientes en diferentes condiciones de tiempo y a distintas horas, a fin de establecer valores medios de peso en toneladas por m³ de basura.

Con el propósito de ejecutar un diseño racional del sistema de recolección, es necesario conocer el efecto que origina el empleo de dos, tres o más hombres en el costo total de recolección y estimar las consecuencias que causa la capacidad del vehículo al hacer dos, tres o más viajes por día.

A continuación nombraremos algunas características influyentes en el diseño del sistema de recolección de residuos:

1.1. Necesidades actuales y futuras de los equipos de recolección.

Para la determinación de las necesidades de equipos de recolección se precisa de la siguiente información: cantidad y característica de la basura producida, frecuencia de la recolección, jornada de trabajo diaria, tiempo empleado por un operario en recolectar una tonelada de desecho, capacidad de los vehículos, número de operarios por cuadrilla, tiempo de transporte de cada camión y tiempo de maniobras (incluye tiempo de descarga en la disposición final, tiempo de descanso, tiempo de transporte al lugar de inicio de la recolección, tiempo empleado en lavar el vehículo al final de la jornada, etc., es un valor estimado).



Las características físicas de los residuos sólidos domésticos nos permiten determinar el tipo de vehículo que se precisa: la producción per cápita, la población y la frecuencia se utilizan para determinar la producción máxima de basura que es necesaria recolectar. La jornada de trabajo diaria, el tiempo de recolección por operario, la capacidad de los vehículos, el número de operarios por cuadrilla, el tiempo de transporte y el tiempo de maniobra, se emplean para determinar el número de viajes que puede hacer cada camión al lugar de disposición final. Para este fin se utiliza la siguiente fórmula:

$$g = \frac{440}{\frac{bc}{a} + \frac{d}{v} + T_m}$$

- g = número de viajes por camión.
 440 = duración de la jornada de trabajo diaria (en minutos), considerando 44 horas a la semana y 6 días de trabajo (Lunes a Sábado).
 b = tiempo empleado por un operario en recolectar una tonelada de desecho (hombre/minuto/tonelada).
 C = capacidad de los vehículos en toneladas, (término medio de tonelada de desechos por viaje).
 a = número de operarios por cuadrilla.
 d = distancia en Km. de ida y vuelta al sitio de disposición final.
 v = velocidad media del camión (km./min.) al y desde el sitio de disposición final en km. por minuto.
 Tm = tiempo de maniobra en minutos.

Para cada comuna se determinará las necesidades actuales y futuras de equipos de recolección considerando las siguientes posibilidades:

- Sin modificar de manera alguna el actual sistema.
- Modificando sólo la frecuencia.
- Sin modificar la frecuencia, pero considerando un mejoramiento en el rendimiento de los recolectores, debido a una mejor presentación de los desechos por parte de los usuarios.
- Modificando frecuencia y mejorando rendimiento.

1.2. Determinación del tiempo de recolección.

Los tiempos de recolección surgen de mediciones efectuadas en diversos lugares y en circunstancias variadas, para su explicación recurriremos a un caso práctico.

Veamos una situación que considera promedios en ciudades típicas de América Latina.

Para la determinación del tiempo de recolección por operario se hicieron mediciones en las diferentes comunas de la región, las cuales dieron en promedio los siguientes resultados.

Comunas de tipo urbano:	180 hombre-minuto/tonelada
Comunas de tipo urbano rural:	240 hombre-minuto/tonelada

Estos valores serán utilizados para el cálculo de las necesidades del vehículo. Como velocidad promedio de los vehículos de recolección en el transporte consideraremos 30 km./hor., es decir, 0.5 km./min.

Se calculará en base a vehículos compactadores de 6 - 9,6 y 14 m³ de capacidad los que pueden transportar 3 - 4,8 y 7 ton. de basura compactada como promedio. La cuadrilla recolectora estará compuesta de 4 operarios por vehículo.

Ejemplo:

Para las ciudades virtuales de Cantimpalo y Miocid consideraremos como lugar de disposición final el utilizado en la actualidad por Cantimpalo que dista 4 y 13 km. respectivamente de cada ciudad.

Se propenderá a una frecuencia de dos veces por semana en general, para todas las comunas. En las comunas de carácter urbano con más de 20.000 habitantes servidos, se aumentará en un vehículo los equipos de recolección con el fin de prestar servicios especiales, atender algunos sectores donde se requiera una frecuencia mayor y también servir de reemplazo en caso de que algún vehículo de los recorridos normales sea llevado a reparación.

Estimaremos que el rendimiento de los recolectores mejorará en un 20% debido a la mejor presentación de los residuos por parte de los usuarios.

El modificar la frecuencia producirá una variación en la cantidad de basura a recolectar en los días de máxima acumulación. El mejoramiento en el rendimiento de los recolectores tendrá incidencia en el número de viajes que se podrá realizar.



En el caso en que el número de viajes no sea exacto, se hace un viaje con la capacidad promedio y otro con un porcentaje de esta capacidad. Supongamos que el número de viajes que hace el camión sea de 1,56, se podría pensar que el primer viaje se hace con el 100% de la carga promedio (4,8 tn.) y el segundo con el 56% de esta carga promedio. Sin embargo esto no es así, ya que los tiempos de transportes y de maniobra permanecen constantes, mientras que el tiempo de recolección es menor. Por este motivo para las consideraciones de cálculo de ton. de basura transportada, se harán las correcciones correspondientes.

El número de camiones necesario queda determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ de camiones} = \frac{\text{Producción máxima de basura a transportar (Ton)}}{\text{Cap. transporte por camión (Ton) x N}^\circ \text{ de viajes (corregido)}}$$

Nº DE CAMIONES NECESARIOS					
AÑOS	CANTINPALO				
	1980	1985	1990	1995	2000
Sin modificar el actual sistema					
Nº de camiones de 6 m3	3	3	4	4	5
Nº de camiones de 9.6 m3	3	3	4	4	5
Nº de camiones de 14 m3	3	3	3	4	4
Recolección 2 veces por semana Modificando sólo la frecuencia					
Nº de camiones de 6 m3	3	3	4	4	5
Nº de camiones de 9.6 m3	3	3	4	4	5
Nº de camiones de 14 m3	3	3	3	4	4
Considerando sólo un mejoramiento en el rendimiento de los recolectores					
Nº de camiones de 6 m3	3	3	4	4	4
Nº de camiones de 9.6 m3	3	3	3	4	4
Nº de camiones de 14 m3	3	3	3	4	4
Recolección 2 veces por semana Modificando frecuencia y mejorando rendim.					
Nº de camiones de 6 m3	3	3	3	4	4
Nº de camiones de 9.6 m2	3	3	3	4	4
Nº de camiones de 14 m3	3	3	3	3	4

1.3. Recolección diurna o nocturna.

La elección de una u otra forma de realización del servicio debe responder a un acabado estudio por parte de los entes municipales, ya que evidentemente cada población tiene una serie de circunstancias tales como: alumbrado público, climatología, densidad de circulación, situación y estado del lugar elegido para la disposición final de los residuos sólidos recolectados, etc., que influyen notablemente a la hora de elegir un determinado horario.

Uno de los problemas a considerar en un servicio de recolección nocturna, es el ruido que producen los vehículos recolectores. Este ruido no es solamente el producido por el motor, generalmente diesel, sino además el producido por los propios mecanismos de compresión del equipo recolector. Este inconveniente solamente se ha podido resolver con la utilización, en algunas ciudades, de chasis movidos mediante motores eléctricos alimentados por baterías de plomo de gran capacidad. Este sistema realmente poco utilizado en la actualidad, tiene una serie de ventajas pero tiene la limitación de capacidad de las baterías, no habiéndose superado todavía autonomías de más de 100 km. y la dificultad de superar ciertas pendientes, por lo que su utilización podemos considerarla restringida a cierto tipo de ciudades o itinerarios de recolección.

Independientemente de las características técnicas del equipo a utilizar para un servicio nocturno o diurno, antes de decidir por uno u otro deberemos tener en cuenta las características urbanas de la ciudad, podemos señalar una clasificación que no pretende ser limitativa, sino meramente enunciativa, por la multitud de casos particulares que pueden presentarse:

Poblaciones turísticas: por ser lugares donde generalmente hay vida nocturna, es aconsejable realizar el servicio a primeras horas de la mañana, evitando que los cubos o recipientes donde se depositen los residuos por los usuarios, permanezcan en las calles durante la noche.

Poblaciones con un centro urbano congestionado: en ellos, evidentemente, deberíamos ir a realizar un servicio de recolección con carácter nocturno para evitar las dificultades de tráfico a primeras horas de la mañana y las perturbaciones que ello pudiera ocasionar.

Grandes y medianos núcleos urbanos: la práctica aconseja realizar el servicio de recolección en horas nocturnas salvo en zonas periféricas o de deficiente iluminación.

En aquellas poblaciones donde es fácil diferenciar dos o varios sectores distintos, podríamos sugerir la conveniencia de realizar un servicio mixto de recolección de basuras, realizando con carácter nocturno la de tipo domiciliario y de centros comerciales y desarrollando el servicio con carácter diurno o de madrugada en polígonos industriales y zonas de recreo. Entendemos que cada población requiere un estudio previo específico antes de adoptar una u otra solución, pudiendo llegar el caso que por la complejidad de rutas e itinerarios de determinadas poblaciones, sea aconsejable el procesar todos los datos por ordenador.

1.4. Educación ciudadana.

La colaboración por parte de los usuarios de un servicio de recolección de basuras y en general de todos los vecinos de una determinada población puede llegar a ser el problema más difícil con el que se enfrentan todas las Administraciones Locales.

Cada vez que se inicia un servicio se debe planificar una serie de campañas de publicidad por el mayor número posible de medios, con el fin de llegar a crear en el ciudadano una auténtica conciencia sobre la importancia de la limpieza, dándole a conocer los medios humanos y mecánicos que se emplean con expresión de sus costes para que se den cuenta de la relevancia que adquiere su colaboración a fin de no incrementarlos innecesariamente. Lamentablemente este desconocimiento trae consigo que las tímidas campañas que en algunos municipios se han realizado en este aspecto, hayan tenido muy poco eco en la práctica. En el módulo de "Gestión de Residuos" se estudia con mayor detalle el tema de la educación ambiental.

1.5. Recolección selectiva.

El único sistema de recolección que tiene en cuenta y presupone un sistema de eliminador posterior es la recolección selectiva que va unida a los sistemas de reutilización de los residuos. En los últimos años se ha escrito mucha literatura sobre este tema. En muchas polémicas sobre su rentabilidad, a menudo no se han tenido en cuenta los distintos grados y formas con que se lo puede realizar.

El modelo completo o ideal supone: 1) la participación ciudadana al depositar en bolsas o receptáculos distintos componentes diferenciados de los RSU como pueden ser el papel, los plásticos, el vidrio, metales y residuos orgánicos; 2) la recolección por separado de dichos componentes bien en vehículos distintos o en vehículos especiales compartimentados.

No cabe ninguna duda sobre el abaratamiento que supone la reutilización de los residuos, pero sin embargo se debe tener en cuenta que:

El sistema de reutilización sea adecuado y existan mercados para los productos resultantes.

La recolección se hace más compleja y como consecuencia de ello aumentan los tiempos de recorrido y la dotación o sofisticación de los vehículos. Sabemos que la recolección es el componente principal del coste total del servicio de recolección y eliminación de los RSU -70, 80%-, por lo que este factor de encarecimiento es relevante.

Se requiere un grado de concientización y colaboración ciudadana bastante elevado para que el sistema sea efectivo.

Dados estos factores de "educación ciudadana" el proceso de implantación del sistema requiere un tiempo adecuado.

Sin embargo, y sin descartar la organización completa de la recolección selectiva, existen bastantes soluciones que simplifican este modelo ideal aunque sin hacer una completa selección de los residuos, a saber:

Dentro del modelo ideal se puede reducir el número de componentes a seleccionar.

También dentro del modelo ideal se pueden adecuar los distintos tipos de recolección anteriormente analizados que suponen una mayor colaboración ciudadana y un abaratamiento de los costes de transporte.

Cuando la recolección selectiva se realiza porque existen mercados para los productos resultantes, se puede instrumentar un sistema opcional de recolección con incentivos, bien sea con la compra de papel, vidrio, etc., o porque el ciudadano sólo pague por la recolección y eliminación del volumen de residuos no diferenciados. De hecho esto supone que la rentabilidad de la reutilización puede cubrir el coste del transporte y restringe bastante las posibilidades efectivas de este tipo de soluciones, aunque visto de otro modo no es más que organizar de forma más sistemática la actividad. Esta posibilidad se podría contemplar o bien como forma de tránsito gradual hacia la recolección selectiva completa, o bien sin más incentivos adicionales que el abaratamiento que se puede obtener en los costes y por tanto en la tasa que se cobra al ciudadano.

La forma más sencilla y rudimentaria de seleccionar los residuos es tener en cuenta los distintos tipos de RSU que se producen en una ciudad por áreas de producción. Por ejemplo, si se recogen por separado los residuos de los mercados, de las áreas en que prácticamente sólo existen oficinas o centros comerciales, etc., se obtiene una diferenciación importante. Ahora bien, para que una solución de este tipo resulte rentable, el desarrollo de una planta de reciclaje sólo parece posible en grandes núcleos urbanos.

Este sistema será tratado de manera especial en el Módulo siguiente.



1.6. Consideraciones generales sobre la financiación del servicio.

La financiación del servicio se tratará en el Módulos de Evaluación de Proyecto con mayor detalle, pero es importante considerarla como uno de los factores influyentes. Tal financiación puede hacerse a base de fondos procedentes del presupuesto municipal, es decir, con cargo a los ingresos obtenidos por el erario municipal a través del régimen impositivo general o de la recaudación directa de tasas, mediante un régimen de auto-suficiencia económica que no suponga una carga para el presupuesto de la hacienda municipal. El sistema de financiamiento a través del régimen impositivo general supone que el servicio que se presta protege la higiene, salubridad, bienestar y seguridad de la comunidad en su conjunto.

Un correcto estudio de costos e implementación de tasas y tarifas, permiten un adecuado financiamiento de los servicios. Las tasas que se fijen a los usuarios debieran ser proporcionales al servicio que se les preste, es decir, estar relacionadas con los tiempos que se invierten en el local o casa del usuario y teniendo en cuenta también la relación entre el número de recipientes de basuras y cantidad de personal destinado a la tarea.

Cuando los ciudadanos de cualquier localidad están habituados a que el servicio de recolección de basuras se presta con cargo al presupuesto municipal, sin tener que abonar tasa especial alguna, cambiar a un sistema de abono resultará extremadamente difícil, hasta el punto que en ocasiones puede dar lugar a un cambio en los propios cargos públicos de la Administración local.

A pesar de lo sofisticado de muchos procedimientos que se emplean para la eliminación de los residuos, el coste de los trabajos de recolección sigue representando cerca del 70 % del total de la inversión en la gestión, tratamiento y eliminación de los residuos sólidos. La determinación de estos costes se realiza teniendo en cuenta los diferentes gastos derivados de las operaciones de recolección. El principio de la determinación de costos descansa en la separación de los elementos proporcionales a la importancia de los servicios a asegurar (que son los costos variables o costos directos) y los elementos independientes del kilometraje recorrido por los vehículos de recolección, que son los gastos fijos (gastos de estructura). Así se componen:

A) Costes directos:

- 1.- Los gastos de los vehículos: amortización, carburantes, lubricantes, neumáticos, conservación y reparaciones.
- 2.- Los gastos del personal de conducción y carga.
- 3.- Los gastos diversos que afectan a los servicios ejecutados: pesadas, peajes, cánones diversos.

B) Gastos de estructura:

- 1.- Los gastos dependientes de los servicios a asegurar: reserva de vehículos, reserva del personal de conducción y carga, gastos de servicios interiores (engrases, sustitución de vehículos en servicio, envíos a reparación), seguro anual de vehículos e impuestos diversos.
- 2.- Gastos de garaje y de locales administrativos: Alquileres o amortizaciones, impuestos de inquilinato, seguro de incendios, conservación de locales, instalaciones, agua, gas, electricidad.
- 3.- Gastos del personal administrativo y subalternos.
- 4.- Gastos de funcionamiento que comprenden: gastos financieros, gastos de taller, gastos de explotación y obras sociales.

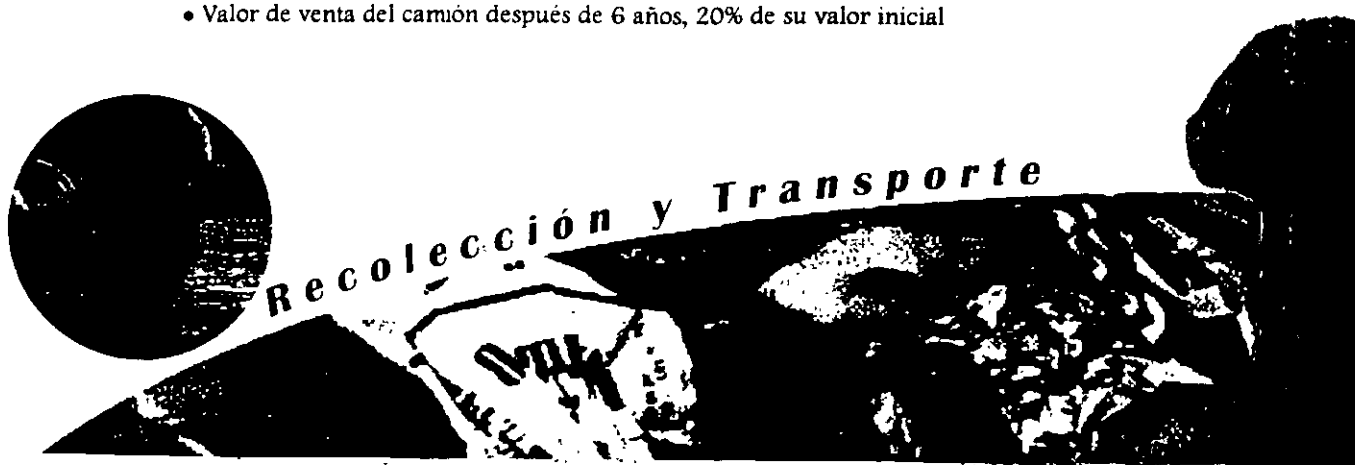
De este coste de recolección es probable que cerca del 50% esté constituido por la mano de obra. Consecuentemente, cualquier ahorro que pueda hacerse en los procedimientos de recolección contribuirá sustancialmente a rebajar los costes de todo el programa de eliminación de residuos. La experiencia señala que los métodos de recolección permiten una mejora en la gestión total de los residuos sólidos con una reducción del 25% respecto de la cantidad anteriormente presupuestada al rediseñar, por ejemplo, las rutas de recolección. No obstante, las modificaciones posibles deben introducirse gradualmente. Al público o generador, en general, le exige un cambio de hábitos y la comprensión de la complejidad del problema, y la consecuente participación en su resolución.

1.7 Cálculo de costos unitarios de recolección y su influencia en la tarifa. Ejemplificación

Supongamos que en una ciudad se ha seleccionado un camión compactador de 14m³. La primera labor del analista de costos será conseguir todos los datos que aparecen abajo, los cuales varían de país en país y de región en región. Para fines del ejemplo supongamos que se obtuvieron los siguientes:

Costos de capital

- Camión de 14 m³ de capacidad con costo inicial de US\$100.000
- Vida útil 6 años (las empresas privadas generalmente deprecian en 5 años)
- Intereses 12%
- Valor de venta del camión después de 6 años, 20% de su valor inicial



Costos de personal

- Un chofer y dos ayudantes con salarios mensuales de \$250 el chofer y \$150 los ayudantes.
- Cargas sociales sobre los salarios 50%

Mantenimiento

- Costo de mantenimiento 12% del costo inicial.

Consumos

- Consumo de llantas 7 al año con un costo de \$300 c/u
- Consumo de combustible 40 lts de diesel por turno

Costos de administración

- Gastos de seguros, fianzas y garaje 5% del valor del vehículo en promedio anual
- Costos administrativos y de supervisión 10% del costo directo anual
- Costos de reserva 15% anual de los costos directos

Utilidad

- Utilidad si el servicio es contratado a empresas privadas 20% de los costos directos. Si el servicio es municipal se puede obviar este costo.

La primera pregunta que se haría una persona no familiarizada con el análisis de costos, sería como sumo costos de capital, con los costos de llantas, mantenimiento, personal etc. El secreto para poder sumar costos tan disimiles es ponerlos todos en las mismas unidades. En este caso escogemos US\$ por año:

1. Costo anual del vehículo

1.1 Costo de capital

La amortización del capital se obtiene con el factor de recuperación del capital (ver Documento Apoyo Cap 6):

El factor de recuperación del capital (FRC) será:

$$FRC = [i(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1] = [0.12(1+0.12)^6] / [(1+0.12)^6 - 1] = 0.237 / 0.974$$

$$FRC = 0.24323$$

Nota: el FRC puede ser obtenido de las tablas amortización que se pueden encontrar en los libros sobre ingeniería económica o de economía. A las tablas se entra con el interés "i" y la vida útil "n".

y la amortización, que incluye la depreciación y los intereses, será:

$$A = 0.24323 \times 100.000 \cong \text{US\$ } 24.323 \text{ por año}$$

1.2 Costos de personal

$$\text{Chofer} = 250 \times 12 = \$3.000 \text{ por año}$$

$$\text{Ayud} = 150 \times 12 \times 2 = \$3.600 \text{ por año}$$

$$\text{Cargas Soc} = \$6.600 \times 0.5 = \$3.300 \text{ por año}$$

$$\underline{\text{Total personal} = \$9.900 \text{ por año}}$$

1.3 Costos de operación

a) Mantenimiento

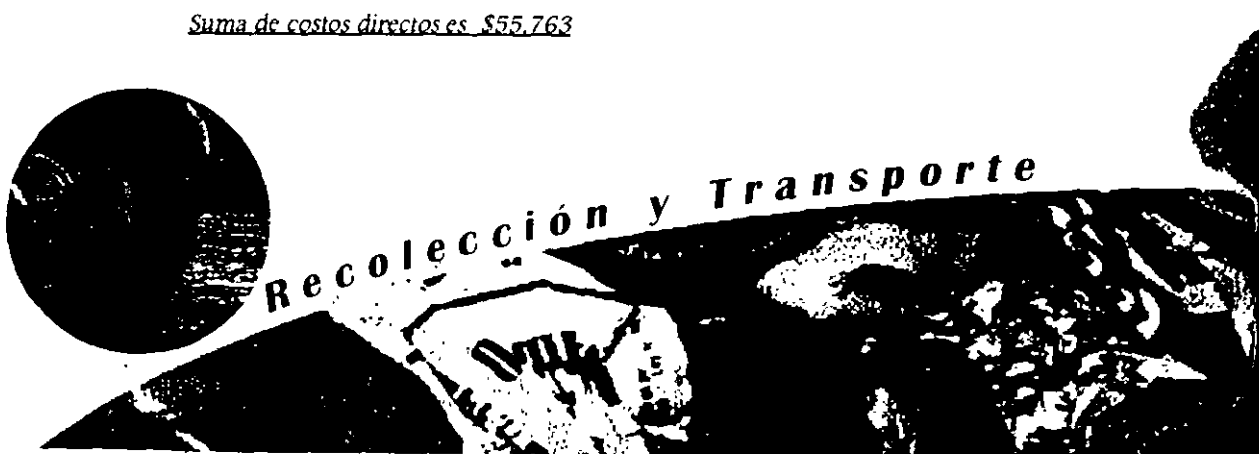
$$M = \text{factor mant.} \times \text{Costo inicial} = 0.12 \times 100.000 = \$12.000 \text{ por año}$$

b) Consumos

$$\text{Combustible} = 40 \text{ lt} \times 310 \text{ día/año} \times 0.60 \text{ \$/lt} = \$ 7.440 \text{ por año}$$

$$\text{Llantas} = 7 \times 300 = \$2.100 \text{ por año}$$

$$\underline{\text{Suma de costos directos es } \$55.763}$$



1.5 Costos de administración

Seguros, fianzas, etc.	=	0.05 x 100.000	=	\$ 5.000 por año
Administración	=	0.10 x 55.763	=	\$ 5.576
Costos reserva	=	0.15 x 55.763	=	\$ 8364

Total Admon. = \$18.940

1.6 Utilidad

$$U = (\text{Costos directos} + \text{costos indirectos}) \times 0.20 = (55.763 + 18.940) \times 0.2 = 74.704 \times 0.2$$

$$U = \$14.940.$$

Costo total anual del camión = \$89.643

2. Rendimiento o productividad del camión

La productividad del camión se define como la cantidad de toneladas que recoge por unidad de tiempo. La unidad de tiempo puede medirse por turno, por día, por semana o por año. Para que las unidades sean congruentes con los cálculos de costos anteriores, utilizaremos el rendimiento medido en toneladas recolectadas por año. Para esto se hará uso de los resultados de los estudios de campo que se deben haber realizado previamente al proyecto. Supongamos que los datos encontrados en esos estudios son los siguientes:

- Densidad o peso volumétrico en el camión, 425 kg/m³ (resultado de los estudios de pesaje de vehículos)
- Capacidad del vehículo, 14 m³ (dato del fabricante)
- Viajes por turno 2 (resultado de los estudios de tiempos y movimientos)
- Eficiencia de recolección 85% (esto es porque ciertos días el segundo viaje no se completa, y es resultado de los estudios preliminares)
- Días de trabajo al año, 312

Capacidad del camión por viaje: $C_v = 14 \text{ m}^3 \times 0.425 \text{ kg/m}^3 = 5.95 \text{ ton}$

Rendimiento de recolección por turno: $R_t = 5.95 \text{ ton} \times 2 \text{ viajes} \times 0.85 = 10.12 \text{ ton}$

Rendimiento de rec. por año: $R_a = 10.12 \text{ ton/día} \times 312 \text{ días/año} = 3.156 \text{ ton/año}$

3. Costo unitario por tonelada

Con los costos anuales obtenidos y el rendimiento anual se calcula fácilmente el costo unitario como sigue:

$$CU = \text{Costo anual vehiculo} / \text{Rendimiento anual} = \$ 89.643 / 3.156 \text{ ton} = \$28.40 \text{ por ton}$$

4. Tarifa media de recolección

La tarifa de recolección se calcula también con los datos obtenidos en los estudios de campo que se deben haber hecho previamente. Supongamos que los estudios previos arrojaron los siguiente resultados:

- Generación media per cápita $PPC = 0.77 \text{ kg/hab/día}$
- Personas por familia $\text{hab/fam} = 4.3$

La producción media de basura por familia será:

$$\text{Prod. Anual Familia} = 0.77 \times 4.3 \times 365 = 1.209 \text{ kg} = 1.21 \text{ ton/fam/año}$$

El costo de recoger esa cantidad anual será:

$$\text{Costo anual por fam} = 1.21 \text{ ton/fam/año} \times 28.40 \text{ \$/ton} = \$ 34.36 \text{ por fam al año}$$



La contribución de la recolección a la estructura tarifaria sería:

Tarifa mensual = US\$ 2.86 por familia

Nota: Si se tiene las PPC en los diferentes estratos socioeconómicos se puede calcular la tarifa de recolección diferenciada para cada uno y hacer mas justo el cobre en lo social.

5. Estructura porcentual de los costos de recolección

En el cuadro siguiente se puede ver la estructura de los costos de recolección:

Ejemplo de estructura de costos de recolección (en US\$)

Concepto	Costo	%
Amortización	24.343	27.2
Personal	9.900	11.0
Operación y Mant	21.540	24.0
Administración	18.940	21.1
Utilidad	14.940	16.7
TOTAL	89.663	100