



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS**

*Del 31 de agosto al 11 de septiembre de 1992*

**I N T R O D U C C I O N**

**FIS. FRANCISCO NOVELO BURBANTE**

**AGOSTO - SEPTIEMBRE - 1992**

**IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL EN LA  
LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA  
PROTECCIÓN AL AMBIENTE**

**FRANCISCO NOVELO BURBANTE**

La evaluación de Impacto Ambiental, se encuentra normada por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y por su Reglamento en materia de Impacto Ambiental. En estos ordenamientos jurídicos, se establece como obligación la elaboración y presentación de Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), para los interesados en realizar proyectos de obras o de actividades explícitamente indicados en los artículos 29 y 5 de la Ley y del Reglamento, respectivamente. En el caso de obras o actividades consideradas altamente riesgosas la MIA deberá acompañarse de un estudio de riesgo.

Las categorías de proyectos que se encuentran sujetas a evaluación de Impacto Ambiental son genéricas, por ejemplo: obra pública federal, vías generales de comunicación, obras hidráulicas, etc. Dentro de cada género, se encuentra una gran variedad de proyectos, desde los de pequeña magnitud - una subestación eléctrica - hasta los que ocupan grandes extensiones, como una presa.

Cabe entonces preguntarse ¿En cualquier caso, se debe elaborar la manifestación de Impacto Ambiental con el mismo contenido y detalle?. La respuesta es negativa, ya que el Reglamento de Impacto Ambiental considera que la MIA puede presentarse en tres modalidades: general, intermedia y específica; sin embargo siempre resulta obligatoria la presentación de la modalidad general y queda a criterio de la autoridad el requerir una modalidad intermedia o específica.

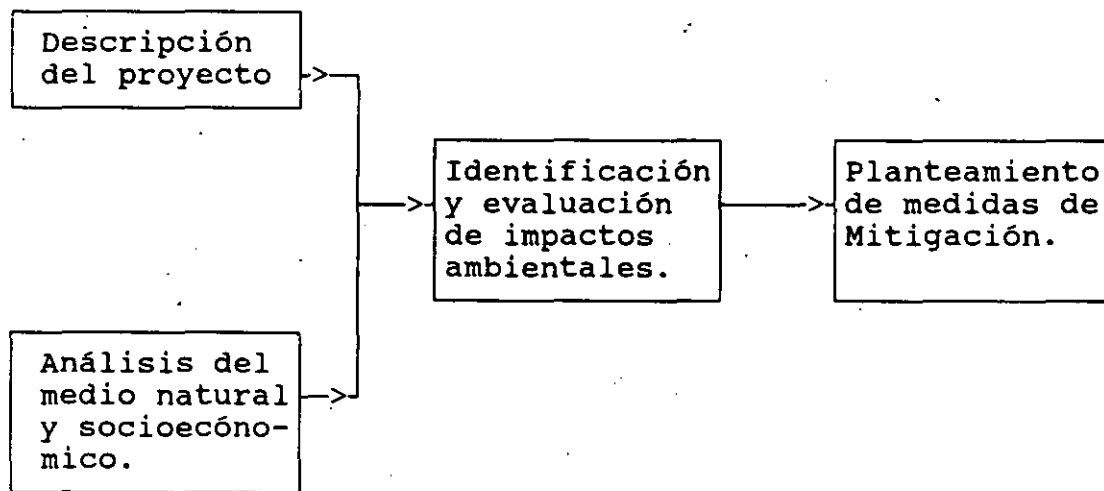
Dentro del Reglamento, existe un útil recurso denominado Informe Preventivo (IP) cuya formulación es relativamente sencilla. Este informe puede ser empleado por quienes se encuentran sujetos a la elaboración y presentación de la MIA, cuando disponen de elementos suficientes para demostrar a la autoridad que el proyecto no causará desequilibrios ecológicos y cumplirá con las condiciones que le resulten aplicables por otros reglamentos de protección ambiental (agua, aire, etc) o por la vía de la Norma Técnica Ecológica.

Si la autoridad determina que el IP no prueba que el proyecto es ambientalmente compatible, procederá a requerir la MIA en la modalidad que estime conveniente. Esto resulta adecuado cuando se sabe que es necesaria la MIA y se requiere conocer la modalidad que corresponde, puesto que con ello se logra un importante ahorro de tiempo y de recursos. Dicho de otra manera, se evita presentar una MIA en la modalidad no apropiada.

En caso contrario, cuando la autoridad considera que el IP demuestra que el proyecto no ocasionará impactos ambientales adversos significativos, entonces libera al interesado de la elaboración de la MIA y autoriza la ejecución de las obras.

Para formular el IP y la MIA en sus tres modalidades, se dispone de los instructivos correspondientes (Gaceta Ecológica #3 y #4). Estos instructivos, detallan por capítulo y materias la información que debe presentarse en una MIA, sin embargo es necesario tener en cuenta que fueron formulados para poder ser aplicados a todas las categorías de proyectos enlistadas en la Ley, son por lo tanto generales y por ello se limitan a desglosar la información necesaria para la MIA, sin indicar cómo debe ser manejada. A manera de ejemplo, cuando se trata de el capítulo "Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales", el instructivo únicamente señala que debe aplicarse la técnica o metodología adecuada a las características del proyecto y a las del área donde pretende construirse, sin hacer recomendación alguna y sin plantear criterios o lineamientos para seleccionar la metodología.

En los instructivos se encuentra implícita la siguiente estructura de la MIA, independientemente de la modalidad:



La descripción del proyecto, se realiza a partir de las actividades y obras consideradas en las distintas etapas del proyecto; estas son: a) Selección del sitio; b) Preparación del sitio; c) Construcción; d) Operación; y e) Abandono. La razón de tal división es que teórica y prácticamente, a cada una de estas etapas se encuentran asociados impactos ambientales específicos; a la vez se obtiene la desagregación de las obras o actividades que pueden impactar al ambiente en distintos tiempos.

El análisis del medio natural y socioeconómico, se debe efectuar a partir de sus distintos rubros o componentes, los cuales de acuerdo con los instructivos se pueden agrapar en: a) Bióticos; b) Abióticos; c) Sociales; y d) Económicos. El análisis y la descripción de las características de los componentes de cada uno de estos rubros, conduce a establecer el escenario ambiental existente en el área donde pretende llevarse a cabo el proyecto.

Hasta este punto, los instructivos son lo suficientemente explícitos en cuanto a la información requerida, de modo tal que se dispone de información estructurada para ser procesada dentro de una metodología de impacto ambiental.

La metodología puede escogerse dentro de un amplio espectro; listas de verificación, redes, diagramas de flujo, matrices, modelos específicos, etc. En términos generales, es aconsejable seleccionar una combinación de ellas, por ejemplo: En primer lugar aplicar una matriz para identificar las acciones impactantes y los componentes del ambiente que pueden verse impactados y posteriormente, elegir las interacciones marcadas en la matriz a las que pueda aplicarse un modelo para estimar la magnitud del impacto, otras interacciones pueden tratarse por métodos distintos.

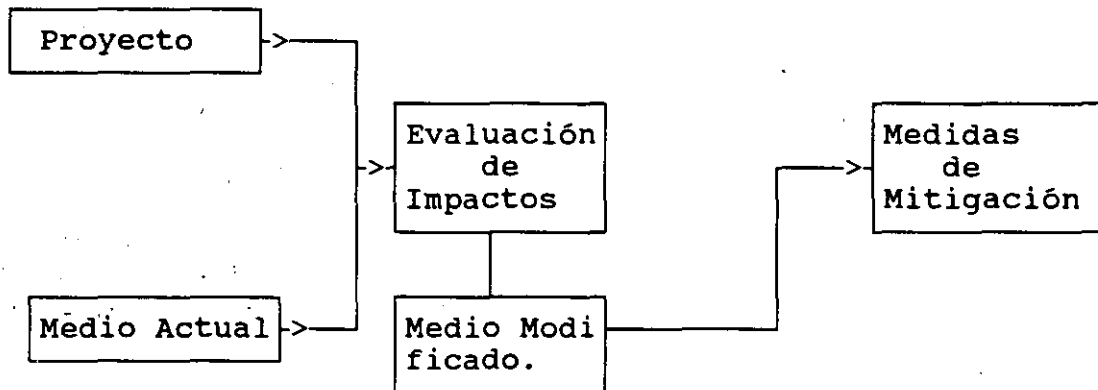
Cuando se aplica una metodología de impacto ambiental, siempre se encuentra presente el factor subjetividad. Es necesario no menospreciarlo, ya que con facilidad se puede incurrir en la incorrecta identificación y valoración de los impactos. Los elementos que contrarrestan la influencia de la subjetividad son: a) Disponer de información reciente, representativa y veráz del proyecto y del ambiente; b) Contar con normas y criterios contra los que puedan compararse las evaluaciones de los impactos; y c) Que la evaluación de impacto ambiental sea realizada por un equipo multidisciplinario donde no exista la prevalencia de un criterio sobre alguna rama del conocimiento considerada en el proceso de evaluación de impacto ambiental.

Una vez concluida la identificación y evaluación de los impactos ambientales, el siguiente paso consiste en plantear las medidas de mitigación que se estimen pertinentes para reducir la intensidad o bien la magnitud de aquellos impactos evaluados como adversos significativos. En algunos casos, se encontrarán impactos no mitigables, sin embargo ello no implica la imposibilidad de actuar en favor del ambiente. Cuando esto sucede, en lugar de mitigar, la opción consiste en compensar o en restaurar los efectos que se anticipan. Por ejemplo, puede resultar inevitable el retiro de la cubierta vegetal en un sitio donde estará una edificación, plantear la mitigación del impacto no resultará eficaz, pero proponer la compensación con la creación de nuevas áreas verdes con especies de la zona en otras áreas del proyecto que se reserven para este fin; es una estrategia de la que seguramente se podrán esperar beneficios al ambiente.

El planteamiento y diseño de las medidas de mitigación debe ser ingenioso, original y no limitarse al escrutinio de las acciones del proyecto que puedan considerarse medidas de mitigación, pues ello equivale a simplemente traducir partes del proyecto en conceptos de protección ambiental, lo cual en el mejor de los casos, es incompleto. Salvo muy contadas excepciones, la evaluación de impacto ambiental siempre produce la necesidad de complementar al proyecto con medidas de mitigación, control, compensación y restauración.

Lo anterior resulta aplicable a cualquier modalidad de la MIA, de hecho está basado en la modalidad general, ¿Cuál es la diferencia con las modalidades intermedia y específica?

Desde el punto de vista estructural, la modalidad intermedia de la MIA se obtiene agregando a la MIA general, el capítulo "Descripción del Escenario Ambiental Modificado por el Proyecto", para obtener:



Puede verse que al tener una modalidad general, la descripción del medio modificado es casi inmediata, sin embargo sólo se requiere esta descripción cuando se trata de la MIA intermedia. En lo referente a la información, la diferencia radica en un mayor número de elementos y componentes del ambiente que deben estudiarse.

La modalidad específica conserva la estructura de la intermedia, la diferencia estriba en que el capítulo sobre el medio debe estar basado en la determinación de la calidad de cada uno de los elementos o factores constituyentes del ambiente. En esta modalidad toda la información sobre el ambiente debe obtenerse en trabajo de campo.

#### **RIESGO.**

La evaluación de riesgo ambiental, tiene como propósito el conocer los diversos factores que pueden originar un evento extraordinario (accidente) en instalaciones o proyectos que producen, almacenan, transportan y en general, manejan en cualquier forma; sustancias riesgosas. A partir de esta evaluación se diseñan y aplican las medidas pertinentes para reducir el riesgo de accidente y en caso de que este se produzca, se consideran planes de atención a contingencias.

Independientemente de su estado físico, una sustancia se considera de riesgo si presenta una o más de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad.

Dependiendo de la cantidad, la sustancia puede considerarse riesgosa ó altamente riesgosa. En el presente se tienen listados de las sustancias altamente riesgosas por toxicidad, inflamabilidad y explosividad. Las listas fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación por la Secretaría de Gobernación el 29 de marzo de 1990 en el primer caso, y por la misma Secretaría y la de Desarrollo Urbano y Ecología el 4 de mayo de 1992, en los casos de inflamabilidad y explosividad.

A diferencia de la evaluación de Impacto Ambiental, que se aplica solamente a proyectos, la de riesgo además de proyectos es aplicable a instalaciones en operación.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, regula la materia riesgo, pero no cuenta con un reglamento específico. De aquí que no se tengan instructivos para la formulación de los estudios de riesgo. Sin embargo, la SEDUE cuenta con guías para estos estudios, llamadas: a) Informe Preliminar de Riesgo (IPR); b) Análisis de Riesgo (AR) y Análisis Detallado de Riesgo (ADR).

El IPR, es equivalente al IP de Impacto Ambiental; esto es, a partir de él se determina si un proyecto o instalación se considera sujeto de un AR o de un ADR, o bien si se exenta de la evaluación de riesgo.

Sea un AD o un ADR, la evaluación de riesgo se enfoca a identificar los puntos susceptibles de fuga, derrame, explosión, etc., dentro del proceso de manejo, almacenamiento y transporte de las sustancias altamente riesgosas. Una vez identificados, se plantean las diversas hipótesis o circunstancias en las que puede ocurrir el evento extraordinario y bajo el supuesto de ocurrencia, se modela matemáticamente el efecto que podría producir, principalmente al exterior de las instalaciones ya que se trata de evaluar el riesgo ambiental.

En el caso de explosión, el modelo genera el valor de la presión en el frente de onda que se propaga, este valor se compara contra tabulaciones donde se encuentran los efectos de la presión, sobre el ser humano, otros organismos vivos y los bienes inmuebles.

A partir del punto de explosión, y hasta el punto donde se manifiesta una presión no dañina, se considera como la distancia que debe tomarse como radio y barrerse a la redonda para determinar la zona de riesgo en caso de accidente.

De manera análoga se procede con sustancias inflamables, aunque aquí el parámetro de cálculo es la energía térmica radiada.

Cuando la sustancia es tóxica (particularmente gaseosa), se modela su dispersión en la atmósfera y la zona de riesgo se determina a partir del punto de emisión hasta la distancia donde se encuentra el valor de daño inmediato a la salud (IDHL, en inglés). También en este caso, la zona de riesgo es circular debido a que no se puede conocer con

presición la dirección del viento en el momento del accidente. Para evitar elegir direcciones preferentes, se toma la condición más adversa para determinar el radio de la zona de riesgo.

Los casos de reactividad y corrosividad aunque importantes, no son los más frecuentes y requieren de técnicas muy específicas para la evaluación de sus riesgos. Sin ser regla general, estos casos son más sencillos que los anteriores, sobre todo en su control.

Una vez determinada la zona de riesgo, se identifican los asentamientos humanos y los bienes que pueden verse afectados por el accidente, en función de ellos y de los posibles efectos se diseñan los planes de atención a la contingencia incluyendo fundamentalmente a la población que pudiese verse involucrada.

Agosto de 1992.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

***CURSOS ABIERTOS***

***EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL***

***APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS***

***Del 31 de agosto al 11 de septiembre de 1992***

***2. MARCO LEGAL***

***FIS. FRANCISCO NOVELO BURBANTE***

***AGOSTO-SEPTIEMBRE-1992***



# GACETA ECOLOGICA

VOLUMEN I

NUMERO 1

JUNIO DE 1989

## INDICE

### SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE . . . . .	2
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental. . . . .	32
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera . . . . .	42
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos . . . . .	51
Acuerdo por el que se autoriza la edición de la gaceta gubernamental denominada "Gaceta Ecológica" . . . . .	59

### DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para la prevención y control de la contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada. . . . .	61
---	----

### ENTIDADES FEDERATIVAS

Exposición de Motivos . . . . .	71
Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Querétaro . . . . .	74



SEOU

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

## SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1988

### LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE

#### TITULO PRIMERO

#### Disposiciones Generales

#### CAPITULO I

#### Normas Preliminares

ARTICULO 1º—La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto establecer las bases para:

I.—Definir los principios de la política ecológica general y regular los instrumentos para su aplicación;

II.—El ordenamiento ecológico;

III.—La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;

IV.—La protección de las áreas naturales y la flora y fauna silvestres y acuáticas;

V.—El aprovechamiento racional de los elementos naturales de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos con el equilibrio de los ecosistemas;

VI.—La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;

VII.—La concurrencia del gobierno federal, de las entidades federativas y de los municipios, en la materia, y

VIII.—La coordinación entre las diversas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como la participación corresponsable de la sociedad, en las materias de este ordenamiento.

Las disposiciones de esta Ley se aplicarán sin perjuicio de las contenidas en otras leyes sobre cuestiones específicas que se relacionan con las materias que regula este propio ordenamiento.

ARTICULO 2º—Se consideran de utilidad pública:

I.—El ordenamiento ecológico del territorio nacional en los casos previstos por ésta y las demás leyes aplicables;

II.—El establecimiento de zonas prioritarias de preservación y restauración del equilibrio ecológico;

III.—El cuidado de los sitios necesarios para asegurar el mantenimiento e incremento de los recursos genéticos de la flora y fauna silvestres y acuáticas, frente al peligro de deterioro grave o extinción, y

IV.—El establecimiento de zonas intermedias de salvaguardia, con motivo de la presencia de actividades consideradas como riesgosas.

ARTICULO 3º—Para los efectos de esta Ley se entiende por:

I.—Ambiente: El conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados;

II.—Áreas naturales protegidas: Las zonas territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y que han quedado sujetas al régimen de protección;

III.—Aprovechamiento racional: La utilización de los elementos naturales, en forma que resulte eficiente, socialmente útil y procure su preservación y la del ambiente;

IV.—Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico;

V.—Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural;

VI.—Contingencia ambiental: Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas;

VII.—Control: Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento;

VIII.—Criterios ecológicos: Los lineamientos destinados a preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente;

IX.—Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos

naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

X.—Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados;

XI.—Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

XII.—Elemento natural: Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinados, sin la inducción del hombre;

XIII.—Emergencia ecológica: Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas;

XIV.—Fauna silvestre: Las especies animales terrestres, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural, cuyas poblaciones habitan temporal o permanentemente en el territorio nacional y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentren bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación;

XV.—Flora silvestre: Las especies vegetales terrestres, así como hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente en el territorio nacional, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre;

XVI.—Flora y fauna acuáticas: Las especies biológicas y elementos biogénicos que tienen como medio de vida temporal, parcial o permanente las aguas, en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce derechos de soberanía y jurisdicción;

XVII.—Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;

XVIII.—Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo;

XIX.—Mejoramiento: El incremento de la calidad del ambiente;

XX.—Ordenamiento ecológico: El proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente;

XXI.—Preservación: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;

XXII.—Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente;

XXIII.—Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro;

XXIV.—Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre;

XXV.—Región ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes;

XXVI.—Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;

XXVII.—Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente;

XXVIII.—Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;

XXIX.—Secretaría: La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, y

XXX.—Vocación natural: Condiciones que presentan un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que produzcan desequilibrios ecológicos.

## CAPITULO II

### *Concurrencia Entre la Federación, las Entidades Federativas y los Municipios*

ARTICULO 4º.—Las atribuciones que en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente tiene el Estado y que son objeto de esta Ley, serán ejercidas de manera concurrente por la Federación, las entidades federativas y los municipios, con sujeción a las siguientes bases:

I.—Son asuntos de competencia federal los de alcance general en la nación o de interés de la Federación, y

II.—Competen a los estados y municipios, los asuntos no comprendidos en la fracción anterior, conforme a las facultades que ésta y otras leyes les otorgan, para ejercerlas en forma exclusiva o participar en su ejercicio con la Federación, en sus respectivas circunscripciones.

ARTICULO 5º.—Son asuntos de alcance general en la nación o de interés de la Federación:

I.—La formulación y conducción de la política general de ecología;

II.—La formulación de los criterios ecológicos generales que deberán observarse en la aplicación de los instrumentos de la política ecológica, para la protección de las áreas naturales y de la flora y fauna silvestres y acuáticas, para el aprovechamiento de los recursos naturales, para el ordenamiento ecológico del territorio y para la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo;

III.—Los que por su naturaleza y complejidad requieran de la participación de la Federación;

IV.—Las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal;

V.—Los originados en otros países, que afecten al equilibrio ecológico dentro del territorio nacional o las zonas sobre las que la nación ejerce derechos de soberanía y jurisdicción;

VI.—Los originados dentro del territorio nacional o las zonas sobre las que la nación ejerce derechos de soberanía y jurisdicción, que afecten al equilibrio ecológico de otros países;

VII.—Los que afecten al equilibrio ecológico de dos o más entidades federativas;

VIII.—La expedición de las normas técnicas en las materias objeto de esta Ley;

IX.—La prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales, cuando la magnitud o gravedad de los desequilibrios a los ecosistemas o de los daños reales o potenciales a la población o al ambiente lo hagan necesario;

X.—La regulación de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas, según ésta y otras leyes y sus disposiciones reglamentarias, por la magnitud o gravedad de los efectos que puedan generar en el equilibrio ecológico o el ambiente;

XI.—La creación y administración de las áreas naturales protegidas de interés de la Federación, con la participación de las autoridades locales, en los casos que ésta y otras leyes lo prevean;

XII.—La protección de la flora y fauna silvestres, para conservarlas y desarrollarlas, en los términos de esta Ley y de la Ley Federal de Caza;

XIII.—La protección de la flora y fauna acuáticas, en aguas de propiedad nacional o sobre las que la nación ejerce derechos de soberanía y jurisdicción;

XIV.—La protección de la atmósfera en zonas o en casos de fuentes emisoras de jurisdicción federal;

XV.—El aprovechamiento racional y la prevención y el control de la contaminación de aguas de jurisdicción federal, conforme a esta Ley, la Ley Federal de Aguas, las disposiciones vigentes del derecho internacional y las normas que de dichas disposiciones se deriven;

XVI.—El ordenamiento ecológico general del territorio del país;

XVII.—El aprovechamiento racional de los recursos forestales, de acuerdo con las disposiciones Ley Forestal, así como el aprovechamiento racional del suelo en actividades productivas, de acuerdo con su vocación; y la prevención y control de la contaminación y degradación de los suelos;

XVIII.—La regulación de las actividades relacionadas con la exploración y explotación de los recursos del subsuelo que el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos reserva a la nación, en cuanto puedan originar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente;

XIX.—La regulación de las actividades relacionadas con materiales o residuos peligrosos;

XX.—La prevención y el control de la emisión de contaminantes, en zonas o en casos de fuentes emisoras de jurisdicción federal, que rebasen los niveles máximos permisibles por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica y olores perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, y

XXI.—Los demás que ésta y otras leyes reserven a la Federación.

ARTICULO 6º—Compete a las entidades federativas y municipios, en el ámbito de sus circunscripciones territoriales y conforme a la distribución de atribuciones que se establezca en las leyes locales:

I.—La formulación de la política y de los criterios ecológicos particulares en cada entidad federativa, que guarden congruencia con los que en su caso hubiere formulado la Federación, en las materias a que se refiere el presente artículo;

II.—La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción de las entidades federativas y de los municipios, salvo cuando se refieran a asuntos reservados a la Federación por ésta u otras leyes;

III.—La prevención y el control de emergencia ecológicas y contingencias ambientales, en forma aislada o participativa con la Federación, cuando la magnitud o gravedad de los desequilibrios ecológicos o daños al ambiente no rebasen el territorio de la entidad federativa o del municipio, o no hagan necesaria la acción exclusiva de la Federación;

IV.—La regulación de las actividades que no sean consideradas altamente riesgosas, cuando por los efectos que puedan generar, se afecten ecosistemas o el ambiente de una entidad federativa o del municipio correspondiente;

V.—La regulación, creación y administración de los parques urbanos y zonas sujetas a conservación ecológica, que esta Ley prevé;

VI.—La prevención y el control de la contaminación de la atmósfera, generada en zonas o por fuentes emisoras de jurisdicción estatal o municipal;

VII.—El establecimiento de las medidas para hacer efectiva la prohibición de emisiones contaminantes

que rebasen los niveles máximos permisibles por ruido, vibraciones, energía térmica, luminica y olores perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, salvo en las zonas o en los casos de fuentes emisoras de jurisdicción federal;

VIII.—La regulación del aprovechamiento racional y la prevención y el control de la contaminación de las aguas de jurisdicción de los estados;

IX.—La prevención y control de la contaminación de aguas federales que tengan asignadas o concesionadas para la prestación de servicios públicos y de las que se descarguen en las redes de alcantarillado de los centros de población, sin perjuicio de las facultades de la Federación, en materia de tratamiento, descarga, infiltración y reúso de aguas residuales, conforme a esta Ley y las demás aplicables;

X.—El ordenamiento ecológico local, particularmente en los asentamientos humanos, a través de los programas de desarrollo urbano y demás instrumentos regulados en esta Ley, en la Ley General de Asentamientos Humanos y en las disposiciones locales;

XI.—La regulación con fines ecológicos, del aprovechamiento de los minerales o sustancias no reservadas a la Federación, que constituyan depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento;

XII.—La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental en los centros de población en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transporte locales;

XIII.—La regulación del manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos, conforme a esta Ley y sus disposiciones reglamentarias, y

XIV.—Los demás asuntos que se prevén en esta Ley.

Con base en las disposiciones que para la distribución de competencias en las materias que regula esta Ley expidan los congresos locales con arreglo a sus respectivas contribuciones, los ayuntamientos dictarán los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno, a efecto de que en sus respectivas circunscripciones, se cumplan las disposiciones del presente ordenamiento.

En el ejercicio de sus atribuciones, las entidades federativas y, en su caso, los municipios, observarán las disposiciones de esta Ley y los demás ordenamientos que de ella se deriven y aplicarán las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría.

ARTICULO 7º—El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, y en su caso con la intervención de otras dependencias, podrá celebrar acuerdos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, y con su participación, con los municipios,

satisfaciendo las formalidades legales que en cada caso procedan, para la realización de acciones en las materias objeto de esta Ley.

Cuando así lo soliciten los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, la Secretaría les prestará la asistencia técnica necesaria.

### CAPITULO III

#### *Atribuciones de la Secretaría y Coordinación entre las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal*

ARTICULO 8º—Corresponde a la Secretaría:

I.—Formular y conducir la política general de ecología;

II.—Aplicar, en la esfera de su competencia, esta Ley, sus reglamentos y las normas técnicas ecológicas que expida y vigilar su observancia;

III.—Realizar las distintas acciones que le competen a fin de preservar, proteger y restaurar el equilibrio ecológico y el ambiente, coordinándose, en su caso, con las demás dependencias de la Administración Pública Federal, según sus respectivas esferas de competencia;

IV.—Coordinar estudios y acciones para proponer al Ejecutivo Federal la creación de áreas naturales protegidas, de acuerdo a lo dispuesto en el Título II de esta Ley, con la intervención que corresponda a otras dependencias de la Administración Pública Federal y a las autoridades locales, y participar en las acciones que deban realizarse conforme a las resoluciones del propio Ejecutivo;

V.—Formular y desarrollar programas para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y propiciar el manejo integral de los recursos naturales;

VI.—Programar el ordenamiento ecológico general del territorio del país, en coordinación con las demás dependencias del Ejecutivo Federal y autoridades locales, según sus respectivas esferas de competencia;

VII.—Expedir las normas técnicas ecológicas que serán observadas en todo el territorio nacional;

VIII.—Formular los criterios ecológicos que deberán observarse en la aplicación de la política general de ecología; la protección de la flora y fauna silvestres y acuáticas; el aprovechamiento de los recursos naturales; el ordenamiento ecológico general del territorio; y la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; con la participación que en su caso corresponda a otras dependencias;

IX.—Evaluar el impacto ambiental en las actividades a que se refieren los artículos 28 y 29 de esta Ley;

X.—Formular y conducir la política de saneamiento ambiental, en coordinación con la Secretaría de Salud, en lo referente a la salud humana;

XI.—Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen las actividades relacionadas con ma-

teriales o residuos peligrosos, en coordinación con la Secretaría de Salud;

XII.—Determinar la aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones contaminantes de vehículos automotores, en coordinación con las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal;

XIII.—Expedir las normas técnicas ecológicas que deberán incorporarse a las normas oficiales mexicanas que se establezcan para productos utilizados como combustibles o energéticos;

XIV.—Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen los efectos ecológicos de los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas en coordinación con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud, y de Comercio y Fomento Industrial;

XV.—Proponer al Ejecutivo Federal la expedición de disposiciones conducentes para preservar y restaurar el equilibrio ecológico;

XVI.—Proponer al Ejecutivo Federal, la adopción de las medidas necesarias para la prevención y control de contingencias ambientales y aplicarlas en el ámbito de su competencia;

XVII.—Coordinar la aplicación por parte de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal de las medidas que determine el Ejecutivo Federal para la prevención y el control de contingencias ambientales;

XVIII.—Concertar acciones con los sectores social y privado;

XIX.—Formular y desarrollar programas para promover el uso de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento de los recursos naturales, considerando las distintas regiones ecológicas del país, y

XX.—Las demás que conforme a ésta u otras leyes o disposiciones reglamentarias le correspondan.

**ARTICULO 9º**—En el Distrito Federal la Secretaría ejercerá las atribuciones a que se refiere el artículo anterior y el Departamento del Distrito Federal ejercerá las que se prevén para las autoridades locales, sin perjuicio de las que competan a la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, ajustándose a las siguientes disposiciones especiales:

#### A. Corresponde a la Secretaría:

I.—Prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera generada en el Distrito Federal por fuentes fijas que no funcionen como establecimientos mercantiles y espectáculos públicos, y participar, de conformidad con el acuerdo de coordinación que al efecto celebre con el Departamento del Distrito Federal, en la prevención y control de la generada por fuentes móviles que circulen en el propio territorio del Distrito Federal;

II.—Expedir las normas técnicas de emisión máxima permisible de contaminantes de la atmósfera de fuentes móviles;

III.—Determinar la aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones contaminantes de los vehículos automotores, en coordinación con las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal;

IV.—Expedir las normas técnicas ecológicas que deberán incorporarse a las normas oficiales mexicanas que en su caso se establezcan para productos utilizados como combustibles o energéticos en el Distrito Federal;

V.—Establecer y operar los sistemas de monitoreo de la contaminación atmosférica en el Distrito Federal;

VI.—Establecer las condiciones de descarga de las aguas residuales de los sistemas de drenaje del Distrito Federal a los cuerpos receptores;

VII.—Expedir coordinadamente con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salud, las normas técnicas para regular el alejamiento, explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales;

VIII.—Expedir las normas técnicas para la recolección, tratamiento y disposición de toda clase de residuos, en coordinación con la Secretaría de Salud;

IX.—Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen las actividades relacionadas con materiales o residuos peligrosos, en coordinación con la Secretaría de Salud;

X.—Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen los efectos ecológicos de los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas en coordinación con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud, y de Comercio y Fomento Industrial;

XI.—Prevenir y controlar la contaminación originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica y olores en los casos de fuentes emisoras de jurisdicción federal;

XII.—Evaluar el impacto ambiental en la realización de obras o actividades públicas o privadas a que se refieren los artículos 28 y 29 de esta Ley, que puedan afectar o deteriorar significativamente el equilibrio ecológico, de conformidad con las disposiciones de esta Ley, y vigilar su observancia;

XIII.—Proponer al Ejecutivo Federal la adopción de las medidas necesarias para la prevención y el control de contingencias ambientales y aplicarlas en el ámbito de su competencia;

XIV.—Coordinar la aplicación por parte de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de las medidas que determine el Ejecutivo Federal, para la prevención y el control de contingencias ambientales;

XV.—Determinar las bases para la organización administración de los parques nacionales, y en coordinación con las dependencias competentes, de las demás reservas ecológicas en el Distrito Federal, y

XVI.—Inspeccionar, vigilar e imponer sanciones en los asuntos de su competencia.

Corresponde al Departamento del Distrito Federal:

I.—Prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera generada en el Distrito Federal por fuentes fijas, que funcionen como establecimientos mercantiles y espectáculos públicos y por toda clase de fuentes móviles que circulen en su territorio;

II.—Establecer y operar sistemas de verificación del parque vehicular en circulación en el Distrito Federal, en relación con la contaminación de la atmósfera y, en su caso, limitar la circulación de los vehículos cuyos niveles de emisión de contaminantes rebasen los límites máximos permisibles que determine la Secretaría;

III.—Aplicar las medidas de tránsito y vialidad necesarias para reducir los niveles de emisión de los automotores;

IV.—Verificar el cumplimiento de las normas de emisión máxima permisible del transporte público;

V.—Operar la red regional de laboratorios de análisis de la contaminación atmosférica;

VI.—Aplicar las normas técnicas que expidan la Secretaría y la Secretaría de Salud, para regular las descargas de aguas al sistema de drenaje y alcantarillado del Distrito Federal;

VII.—Establecer y desarrollar la política de reúso de aguas en el Distrito Federal, en coordinación con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos;

VIII.—Implantar y operar sistemas de tratamiento de aguas residuales de conformidad con las normas técnicas ecológicas aplicables;

IX.—Proponer al Ejecutivo Federal la expedición de las disposiciones que regulen las actividades de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, observando las normas técnicas ecológicas aplicables;

X.—Establecer los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos a que hace referencia la fracción anterior;

XI.—Determinar los criterios ecológicos que serán incorporados en los programas de desarrollo urbano y demás instrumentos aplicables, en esta materia;

XII.—Participar, en el ámbito de su competencia, en la formulación y ejecución de los programas especiales que establezca la Federación, para la restauración del equilibrio ecológico, en aquellas zonas y áreas del Distrito Federal que presenten graves desequilibrios;

XIII.—Vigilar la observancia de las declaratorias que expida el Ejecutivo Federal para regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos y la autorización de actividades que generen contaminación en las zonas y áreas del Distrito Federal que presenten graves desequilibrios ecológicos;

XIV.—Prevenir y controlar la contaminación originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica y olores en el territorio del Distrito Federal,

salvo en los casos de fuentes emisoras de jurisdicción federal;

XV.—Evaluar el impacto ambiental en la realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan afectar o deteriorar significativamente el equilibrio ecológico, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 28 de esta Ley, en las materias no comprendidas en el artículo 29 del presente ordenamiento y vigilar su observancia;

XVI.—Aplicar, en el ámbito de su competencia, las medidas que determine el Ejecutivo Federal, para la prevención y el control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales;

XVII.—Participar, en los términos que convenga con la Secretaría, en la organización y administración de los parques nacionales, y según lo acuerde con la propia Secretaría y las demás dependencias competentes, en la organización y administración de las restantes reservas ecológicas ubicadas en el Distrito Federal;

XVIII.—Observar las normas técnicas ecológicas en la prestación de los servicios públicos de alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transportes locales, y

XIX.—Inspeccionar, vigilar e imponer sanciones en los asuntos de su competencia.

C. La Secretaría y el Departamento del Distrito Federal se coordinarán particularmente cuando se trate de las siguientes materias:

I.—Desarrollar programas de capacitación para prevenir y controlar la contaminación atmosférica;

II.—Aplicar, en las obras e instalaciones destinadas al tratamiento de aguas residuales que se construyan en el Distrito Federal, los criterios que emitan las autoridades federales, a efecto de que las descargas en cuerpos y corrientes de agua que pasen al territorio de otra u otras entidades federativas, satisfagan las normas técnicas ecológicas aplicables;

III.—Promover, ante el Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Programación y Presupuesto, la realización, en el marco de la Ley de Planeación, de programas especiales para la restauración del equilibrio ecológico en aquellas zonas y áreas del Distrito Federal que presenten graves desequilibrios;

IV.—Proponer al Ejecutivo Federal la creación de áreas naturales protegidas en el Distrito Federal, y

V.—Promover y fomentar la participación ciudadana en las distintas acciones y programas para preservar y restaurar los ecosistemas y para proteger el ambiente.

ARTICULO 10.—Corresponde a la Secretaría llevar a cabo las acciones para la prevención y el control de la contaminación atmosférica generada en actividades industriales, en los municipios de la zona conurbada al Distrito Federal, de conformidad con lo dispuesto en la fracción VII del artículo 5º de esta Ley, con la participación de las entidades

erativas, y en su caso, de los municipios que correspondan.

**ARTICULO 11.**—Las diversas dependencias del Ejecutivo Federal ejercerán las atribuciones que les otorgan otras leyes, en materias relacionadas con el objeto de este ordenamiento, observando lo dispuesto en las fracciones III y IV del artículo 8º de esta Ley.

**ARTICULO 12.**—La Comisión Nacional de Ecología es un órgano permanente de coordinación intersecretarial, que fungirá además como instancia para promover la concertación entre la sociedad y el Estado en la materia.

Dicho órgano tendrá la naturaleza de comisión intersecretarial, y se integrará y funcionará de acuerdo con lo que disponga el Ejecutivo Federal.

La Comisión analizará problemas y propondrá prioridades, programas y acciones ecológicas. Para el eficaz desempeño de sus trabajos, podrán participar en la Comisión de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal cuyas atribuciones tengan relación con el objeto propio de la Comisión. Los representantes de los gobiernos de los estados y municipios serán invitados a participar cuando se trate de fenómenos de impacto ambiental considerable en la entidad o municipio correspondiente, y por acuerdo de la Comisión, también lo serán miembros de los sectores social y privado, organizaciones de productores, organizaciones civiles e instituciones educativas, así como otros representantes de la sociedad.

La Comisión presentará bianualmente al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, un informe detallado de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente en el país.

**ARTICULO 13.**—En caso de emergencias ecológicas, la Secretaría de Gobernación, la Secretaría, y las demás autoridades competentes, propondrán en forma coordinada al Ejecutivo Federal las medidas necesarias.

**ARTICULO 14.**—Las dependencias y entidades de la Administración Pública se coordinarán con la Secretaría en los casos de ejecución de las obras públicas a que se refiere el artículo 56, fracción II, de la Ley de Obras Públicas, cuando exista peligro para el equilibrio ecológico de alguna zona o región del país, como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, o por caso fortuito o de fuerza mayor.

#### CAPITULO IV

##### *Política Ecológica*

**ARTICULO 15.**—Para la formulación y conducción de la política ecológica y la expedición de normas técnicas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

I.—Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del país;

II.—Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad;

III.—Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;

IV.—La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones;

V.—La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos;

VI.—El aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse de manera que se asegure el mantenimiento de su diversidad y renovabilidad;

VII.—Los recursos naturales no renovables deben utilizarse de modo que se evite el peligro de su agotamiento y la generación de efectos ecológicos adversos;

VIII.—La coordinación entre los distintos niveles de gobierno y la concertación con la sociedad, son indispensables para la eficacia de las acciones ecológicas;

IX.—El sujeto principal de la concertación ecológica son no solamente los individuos, sino también los grupos y organizaciones sociales. El propósito de la concertación de acciones ecológicas es reorientar la relación entre la sociedad y la naturaleza;

X.—En el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren al Estado, para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y, en general, inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se considerarán los criterios de preservación y restauración del equilibrio ecológico;

XI.—Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente sano. Las autoridades, en los términos de ésta y otras leyes, tomarán las medidas para preservar ese derecho;

XII.—El control y la prevención de la contaminación ambiental, el adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y el mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos, son elementos fundamentales para elevar la calidad de la vida de la población;

XIII.—Es interés de la nación que las actividades que se lleven a cabo dentro del territorio nacional y en aquellas zonas donde ejerce su soberanía y jurisdicción, no afecten el equilibrio ecológico de otros países o de zonas de jurisdicción internacional, y

XIV.—Las autoridades competentes en igualdad de circunstancias ante las demás naciones, promoverán la preservación y restauración del equilibrio de los ecosistemas regionales y globales.



ARTICULO 16.—Las entidades federativas y los municipios en el ámbito de sus competencias, observarán y aplicarán los principios a que se refieren las fracciones I al XI del artículo anterior.

## CAPITULO V

### *Instrumentos de la Política Ecológica*

#### Sección I

##### Planeación Ecológica

ARTICULO 17.—En la planeación nacional del desarrollo, será considerada la política ecológica general y el ordenamiento ecológico que se establezcan de conformidad con esta Ley y las demás disposiciones en la materia.

ARTICULO 18.—El Gobierno Federal promoverá la participación de los distintos grupos sociales en la elaboración de los programas que tengan por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, según lo establecido en esta Ley y las demás aplicables.

#### Sección II

##### Ordenamiento Ecológico

ARTICULO 19.—Para el ordenamiento ecológico se considerarán los siguientes criterios:

I.—La naturaleza y características de cada ecosistema, dentro de la regionalización ecológica del país;

II.—La vocación de cada zona o región, en función de sus recursos naturales, la distribución de la población y las actividades económicas predominantes;

III.—Los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efecto de los asentamientos humanos, de las actividades económicas o de otras actividades humanas o fenómenos naturales;

IV.—El equilibrio que debe existir entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales, y

V.—El impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, obras o actividades.

ARTICULO 20.—El ordenamiento ecológico será considerado en la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales, de la localización de la actividad productiva secundaria y de los asentamientos humanos, conforme a las siguientes bases:

I.—En cuanto al aprovechamiento de los recursos naturales, el ordenamiento ecológico será considerado en:

a) La realización de obras públicas que impliquen el aprovechamiento de recursos naturales;

b) Las autorizaciones relativas al uso del suelo en el ámbito regional para actividades agropecuarias,

forestales y primarias en general, que puedan causar desequilibrios ecológicos;

c) El otorgamiento de asignaciones, concesiones, autorizaciones o permisos para el uso, explotación y aprovechamiento de aguas de propiedad nacional;

d) El otorgamiento de permisos y autorizaciones de aprovechamiento forestal;

e) El otorgamiento de concesiones, permisos y autorizaciones para el aprovechamiento de las especies de flora y fauna silvestres y acuáticas, y

f) El financiamiento a las actividades agropecuarias, forestales y primarias en general, para inducir su adecuada localización.

II.—En cuanto a la localización de la actividad productiva secundaria y de los servicios, el ordenamiento ecológico será considerado en:

a) La realización de obras públicas susceptibles de influir en la localización de las actividades productivas;

b) El financiamiento a las actividades económicas para inducir su adecuada localización y, en su caso, su reubicación;

c) El otorgamiento de estímulos fiscales orientados a promover la adecuada localización de las actividades productivas, y

d) Las autorizaciones para la construcción y operación de plantas o establecimientos industriales, comerciales o de servicios.

III.—En lo que se refiere a los asentamientos humanos, el ordenamiento ecológico será considerado en:

a) La fundación de nuevos centros de población;

b) La creación de reservas territoriales y la determinación de los usos, provisiones y destinos del suelo urbano;

c) La ordenación urbana del territorio, y los programas del Gobierno Federal para infraestructura, equipamiento urbano y vivienda, y

d) Los financiamientos para infraestructura, equipamiento urbano y vivienda, otorgados por las sociedades nacionales de crédito y otras entidades paraestatales.

#### Sección III

##### Criterios Ecológicos en la Promoción del Desarrollo

ARTICULO 21.—En la planeación y realización de las acciones a cargo de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, que se relacionen con las materias objeto de este ordenamiento, así como en el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieran al Gobierno Federal para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se observarán los criterios ecológicos generales que establezcan esta Ley y demás disposiciones que de ella emanen.

**ARTICULO 22.**—Se consideran prioritarias, para efectos del otorgamiento de estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos de la Federación, las actividades relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

#### Sección IV

##### Regulación Ecológica de los Asentamientos Humanos

**ARTICULO 23.**—La regulación ecológica de los asentamientos humanos consiste en el conjunto de normas, disposiciones y medidas de desarrollo urbano y vivienda para mantener, mejorar o restaurar el equilibrio de los asentamientos humanos con los elementos naturales y asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de la población, que lleven a cabo el Gobierno Federal, las entidades federativas y los municipios.

**ARTICULO 24.**—Para la regulación ecológica de los asentamientos humanos, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal considerarán los siguientes criterios generales:

I.—La política ecológica en los asentamientos humanos, requiere, para ser eficaz, de una estrecha regulación con la planeación urbana y su aplicación;

II.—La política ecológica debe buscar la corrección de aquellos desequilibrios que deterioren la calidad de la vida de la población y, a la vez, prever las tendencias de crecimiento del asentamiento humano, para mantener una relación suficiente entre la base de recursos y la población, y cuidar de los factores ecológicos y ambientales que son parte integrante de la calidad de la vida, y

III.—En el proceso de creación, modificación y mejoramiento del ambiente construido por el hombre, es indispensable fortalecer las previsiones de carácter ecológico y ambiental para proteger y mejorar la calidad de vida.

**ARTICULO 25.**—Los criterios generales de regulación ecológica de los asentamientos humanos serán considerados en:

I.—La formulación y aplicación de las políticas generales de desarrollo urbano y vivienda;

II.—Los programas sectoriales de desarrollo urbano y vivienda que realice el Gobierno Federal, y

III.—Las normas de diseño, tecnología de construcción, uso y aprovechamiento de vivienda y en las de desarrollo urbano que expida la Secretaría.

**ARTICULO 26.**—En el programa sectorial de desarrollo urbano se incorporarán los siguientes elementos ecológicos y ambientales:

I.—Las disposiciones que establece la presente Ley en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente;

II.—La observancia del ordenamiento ecológico del territorio;

III.—El cuidado de la proporción que debe existir entre las áreas verdes y las edificaciones destinadas a la habitación, los servicios y en general otras actividades, y

IV.—La integración de inmuebles de alto valor histórico y cultural con áreas verdes y zonas de convivencia social.

**ARTICULO 27.**—El programa sectorial de vivienda y las acciones de vivienda que ejecute o financie el Gobierno Federal, promoverán:

I.—Que la vivienda que se construya en las zonas de expansión de los asentamientos humanos guarde una relación adecuada con los elementos naturales de dichas zonas y que considere áreas verdes suficientes para la convivencia social, y

II.—Que la vivienda que se construya en los asentamientos humanos incorpore criterios ecológicos y de protección al ambiente, tanto en su diseño como en las tecnologías aplicadas, para mejorar la calidad de la vida.

#### Sección V

##### Evaluación del Impacto Ambiental

**ARTICULO 28.**—La realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger el ambiente, deberán sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría o de las entidades federativas o municipios, conforme a las competencias que señala esta Ley, así como al cumplimiento de los requisitos que se les impongan una vez evaluado el impacto ambiental que pudieren originar, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes.

Cuando se trate de la evaluación del impacto ambiental por la realización de obras o actividades que tengan por objeto el aprovechamiento de recursos naturales, la Secretaría requerirá a los interesados que en la manifestación del impacto ambiental correspondiente, se incluya la descripción de los posibles efectos de dichas obras o actividades en el ecosistema de que se trate, considerando el conjunto de elementos que lo conforman y no únicamente los recursos que serían sujetos de aprovechamiento.

**ARTICULO 29.**—Corresponderá al Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría, evaluar el impacto ambiental a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, particularmente tratándose de las siguientes materias:

I.—Obra pública federal;

II.—Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos y carbo ductos;

II.—Industria química, petroquímica, siderúrgica, alera, azucarera, de bebidas, del cemento, automotriz y de generación y transmisión de electricidad;

IV.—Exploración, extracción, tratamiento y refinación de sustancias minerales y no minerales, reservadas a la Federación;

V.—Desarrollos turísticos federales;

VI.—Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos, y

VII.—Aprovechamientos forestales de bosques y selvas tropicales y de especies de difícil regeneración en los casos previstos en el segundo párrafo del artículo 56 de la Ley Forestal.

ARTICULO 30.—En la realización de estudios y en el otorgamiento de permisos y autorizaciones para los aprovechamientos forestales, cambio de uso de terrenos forestales y extracción de materiales de dichos terrenos, deberán considerarse los dictámenes generales de impacto ambiental por regiones, ecosistemas territoriales definidos o para especies vegetales, que emita la Secretaría en los términos previstos por el artículo 23 de la Ley Forestal.

ARTICULO 31.—Corresponde a las entidades federativas y a los municipios evaluar el impacto ambiental en materias no comprendidas en el artículo de este ordenamiento ni reservadas a la Federación en ésta u otras leyes.

ARTICULO 32.—Para la obtención de la autorización a que se refiere el artículo 28 del presente ordenamiento, los interesados deberán presentar ante la autoridad correspondiente una manifestación de impacto ambiental. En su caso, dicha manifestación deberá ir acompañada de un estudio de riesgo de la obra, de sus modificaciones o de las actividades previstas, consistente en las medidas técnicas preventivas y correctivas para mitigar los efectos adversos al equilibrio ecológico durante su ejecución, operación normal y en caso de accidente.

La Secretaría establecerá el registro al que se inscribirán los prestadores de servicios que realicen estudios de impacto ambiental y determinará los requisitos y procedimientos de carácter técnico que dichos prestadores de servicios deberán satisfacer para su inscripción.

ARTICULO 33.—Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental y satisfechos los requerimientos formulados por la autoridad competente, cualquier persona podrá consultar el expediente correspondiente.

Los interesados podrán solicitar que se mantenga en reserva información que haya sido integrada al expediente, y que de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial o intereses lícitos de naturaleza mercantil.

ARTICULO 34.—Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría en los casos

previstos en el artículo 29 de esta Ley, o en su caso el Departamento del Distrito Federal, dictará la resolución correspondiente.

En dicha resolución podrá otorgarse la autorización para la ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, en los términos solicitados; negarse dicha autorización u otorgarse de manera condicionada a la modificación del proyecto de obra o actividad, a fin de que se eviten o atenúen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la operación normal y aun en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría o en su caso el Departamento del Distrito Federal señalará los requerimientos que deban observarse para la ejecución de la obra o la realización de la actividad prevista.

ARTICULO 35.—El Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría, prestará asistencia técnica a los gobiernos estatales y municipales que así lo soliciten, para la evaluación de la manifestación de impacto ambiental o del estudio de riesgo en su caso.

## Sección VI

### Normas Técnicas Ecológicas

ARTICULO 36.—Para los efectos de esta Ley, se entiende por norma técnica ecológica, el conjunto de reglas científicas o tecnológicas emitidas por la Secretaría, que establezcan los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes, que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o daño al ambiente, y, además que uniformen principios, criterios, políticas y estrategias en la materia.

Las normas técnicas ecológicas determinarán los parámetros dentro de los cuales se garanticen las condiciones necesarias para el bienestar de la población y para asegurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

ARTICULO 37.—Las actividades y servicios que originen emanaciones, emisiones, descargas o depósitos que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o producir daño al ambiente o afectar los recursos naturales, la salud, el bienestar de la población o los bienes propiedad del Estado o de los particulares, deberán observar los límites y procedimientos que se fijan en las normas técnicas ecológicas aplicables.

## Sección VII

### Medidas de Protección de Áreas Naturales

ARTICULO 38.—La Federación, las entidades federativas y los municipios establecerán medidas de protección de las áreas naturales, de manera que se asegure la preservación y restauración de los ecosistemas, especialmente los más representativos y aquellos que se encuentren sujetos a procesos de deterioro o degradación.

## Sección VIII

## Investigación y Educación Ecológicas

ARTICULO 39.—Las autoridades competentes promoverán la incorporación de contenidos ecológicos en los diversos ciclos educativos, especialmente en el nivel básico, así como en la formación cultural de la niñez y la juventud.

Asimismo, propiciarán el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de los medios de comunicación masiva.

La Secretaría, con la participación de la Secretaría de Educación Pública, promoverá que las instituciones de educación superior y los organismos dedicados a la investigación científica y tecnológica, desarrollen planes y programas para la formación de especialistas en la materia en todo el territorio nacional y para la investigación de las causas y efectos de los fenómenos ambientales.

ARTICULO 40.—La Secretaría del Trabajo y Previsión Social promoverá el desarrollo de la capacitación y adiestramiento en y para el trabajo en materia de protección al ambiente, y de preservación y restauración del equilibrio ecológico, con arreglo a lo que establece esta Ley y de conformidad con los sistemas, métodos y procedimientos que prevenga la legislación especial. Asimismo, propiciará la incorporación de contenidos ecológicos en los programas de las comisiones mixtas de seguridad e higiene.

ARTICULO 41.—El Gobierno Federal, las entidades federativas y los municipios, con arreglo a lo que dispongan las legislaturas locales, fomentarán investigaciones científicas y promoverán programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación, propiciar el aprovechamiento racional de los recursos y proteger los ecosistemas. Para ello, se podrán celebrar convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones del sector social y privado, investigadores y especialistas en la materia.

## Sección IX

## Información y Vigilancia

ARTICULO 42.—La Secretaría mantendrá un sistema permanente de información y vigilancia sobre los ecosistemas y su equilibrio en el territorio nacional; para lo cual, podrá coordinar sus acciones con las entidades federativas y los municipios. Asimismo, establecerá sistemas de evaluación de las acciones que emprenda.

ARTICULO 43.—La Secretaría editará una gaceta en la que se publicarán las normas técnicas ecológicas que expida en los términos de esta Ley, así como los acuerdos, órdenes, resoluciones, circulares, notificaciones, avisos y en general todos aquellos comunicados emitidos por la Secretaría y cualquier otra información que determine la propia dependencia, independientemente de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

## TITULO SEGUNDO

## Áreas Naturales Protegidas

## CAPITULO I

*Categorías, Declaratorias y Ordenamiento de Áreas Naturales Protegidas*

## Sección I

## Tipos y Caracteres de las Áreas Naturales Protegidas

ARTICULO 44.—En los términos de ésta y de las demás leyes aplicables, las áreas naturales del territorio nacional a que se refiere el presente capítulo, podrán ser materia de protección, como reservas ecológicas, para los propósitos y con los efectos y modalidades que en tales ordenamientos se precisan, mediante la imposición de las limitaciones que determinen las autoridades competentes para realizar en ellas sólo los usos y aprovechamientos social y nacionalmente necesarios. Las mismas son consideradas en la presente Ley como áreas naturales protegidas y su establecimiento es de interés público.

ARTICULO 45.—La determinación de áreas naturales protegidas tiene como propósito:

I.—Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos;

II.—Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva, particularmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción;

III.—Asegurar el aprovechamiento racional de los ecosistemas y sus elementos;

IV.—Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio;

V.—Generar conocimiento y tecnologías que permitan el aprovechamiento racional y sostenido de los recursos naturales del país, así como su preservación;

VI.—Proteger poblados, vías de comunicación, instalaciones industriales y aprovechamientos agrícolas, mediante zonas forestales en montañas donde se originen torrentes; el ciclo hidrológico en cuencas, así como las demás que tiendan a la protección de elementos circundantes con los que se relacione ecológicamente el área, y

VII.—Proteger los entornos naturales de zonas, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos de importancia para la cultura e identidad nacionales.

ARTICULO 46.—Se consideran áreas naturales protegidas:

- I.—Reservas de la biosfera;
- II.—Reservas especiales de la biosfera;
- III.—Parques nacionales;
- IV.—Monumentos naturales;
- V.—Parques marinos nacionales;
- VI.—Áreas de protección de recursos naturales;
- VII.—Áreas de protección de flora y fauna;
- VIII.—Parques urbanos, y
- IX.—Zonas sujetas a conservación ecológica.

Para efectos de lo establecido en el presente título son de interés de la Federación las áreas naturales comprendidas en las fracciones I a VII anteriores, y de jurisdicción local las comprendidas en las fracciones VIII y IX de este artículo, así como las que tengan ese carácter conforme a las disposiciones estatales o municipales correspondientes.

**ARTÍCULO 47.**—En el establecimiento, administración y desarrollo de las áreas naturales protegidas a que se refiere el artículo anterior, participarán sus habitantes de conformidad con los acuerdos de concertación que al efecto se celebren, con objeto de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección de los ecosistemas.

**ARTÍCULO 48.**—Las reservas de la biosfera se constituirán en áreas representativas biogeográficas relevantes, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del hombre y, al menos, una zona no alterada, en que habiten especies consideradas endémicas, amenazadas, o en peligro de extinción, y cuya superficie sea mayor a 10,000 hectáreas.

En tales reservas podrá determinarse la existencia de la superficie o superficies mejor conservadas, o no alteradas, que alojen ecosistemas, o fenómenos naturales de especial importancia, o especies de flora y fauna que requieran protección especial, y que serán conceptuadas como zona o zonas núcleo. En ellas podrá autorizarse la realización de actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación científica y educación ecológica, y limitarse o prohibirse aprovechamientos que alteren los ecosistemas.

En las propias reservas podrán determinarse la superficie o superficies que protejan a la zona núcleo del impacto exterior, que serán conceptuadas como zonas de amortiguamiento, en que podrán realizarse actividades productivas de las comunidades que ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva, así como actividades educativas, recreativas, de investigación aplicada y de capacitación. Tales actividades deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas y a los usos del suelo que establezcan las declaratorias que constituyan las reservas.

En las reservas de la biosfera no podrá autorizarse la fundación de nuevos centros de población.

**ARTÍCULO 49.**—Las reservas especiales de la biosfera se constituirán del mismo modo que las de la biosfera, en áreas representativas de uno o más

ecosistemas no alterados significativamente por la acción del hombre, en que habiten especies que se consideren endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, pero que por su dimensión menor en relación con dichas reservas de la biosfera, sea en superficie o en diversidad de especies, no corresponda conceptualmente dentro de este tipo.

**ARTÍCULO 50.**—Los parques nacionales se constituirán conforme a esta Ley y la Ley Forestal, en terrenos forestales, tratándose de representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo o de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna de importancia nacional, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones de interés general análogas.

Dichas áreas serán para uso público y en ellas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y, en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológicas.

En estas áreas sólo podrán otorgarse autorizaciones para realizar aprovechamientos forestales cuando exista dictamen técnico de la Secretaría que establezca la conveniencia ecológica del aprovechamiento de que se trate. En el otorgamiento de dichas autorizaciones se dará preferencia a quienes ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva.

Corresponde a la propia Secretaría la organización, administración, conservación, acondicionamiento y vigilancia de los parques nacionales, la que podrá coordinarse con las demás dependencias de la Administración Pública Federal y con los gobiernos locales e instituciones públicas y privadas no lucrativas, para la conservación, fomento y debido aprovechamiento de los mencionados parques.

**ARTÍCULO 51.**—Los monumentos naturales se establecerán conforme a esta Ley y a la Ley Forestal en áreas que contengan uno o varios elementos naturales de importancia nacional, consistentes en lugares u objetos naturales, que por su carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico o científico, se resuelva incorporar a un régimen de protección absoluta. Tales monumentos no tienen la variedad de ecosistemas ni la superficie necesaria para ser incluidos en otras categorías de manejo.

En los monumentos naturales únicamente podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con su preservación, investigación científica, recreación y educación.

**ARTÍCULO 52.**—Los parques marinos nacionales se establecerán en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional, y podrán comprender las playas y la zona federal marítimo terrestre contigua.

En estas áreas sólo se permitirán actividades relacionadas con la preservación de los ecosistemas acuáticos y sus elementos, las de investigación, re-

creación y educación ecológicas, así como los aprovechamientos de recursos naturales que hayan sido autorizados, de conformidad con lo que disponen esta Ley, la Ley Federal de Pesca, la Ley Federal del Mar, las demás leyes aplicables y sus reglamentos, así como las normas vigentes del derecho internacional.

Las autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales en estas áreas quedarán sujetas a lo que dispongan las declaratorias de creación correspondientes. Dichas autorizaciones podrán otorgarse a las comunidades asentadas en sus litorales.

**ARTICULO 53.**—Las áreas de protección de recursos naturales, son aquellas destinadas a la preservación y restauración de zonas forestales y a la conservación de suelos y aguas. Se consideran dentro de esta categoría de manejo las siguientes áreas:

- I.—Reservas forestales;
- II.—Reservas forestales nacionales;
- III.—Zonas protectoras forestales;
- IV.—Zonas de restauración y propagación forestal, y
- V.—Zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y, en general, fuentes de abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones.

El establecimiento, administración y organización de las áreas de protección de recursos se llevará a cabo conforme a lo dispuesto por esta Ley, la Ley Forestal, la Ley Federal de Aguas y los demás ordenamientos aplicables.

**ARTICULO 54.**—Las áreas de protección de la flora y la fauna silvestres y acuáticas, se constituirán de conformidad con las disposiciones de esta Ley, de las Leyes Federal de Caza y Federal de Pesca y de las demás aplicables, en los lugares que contienen los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres y acuáticas.

En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio e investigación de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia.

Asimismo, podrá autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales a las comunidades que ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva, o que resulten posibles según los estudios que se realicen, el que deberá sujetarse a las normas técnicas ecológicas y usos del suelo que al efecto se establezcan en la propia declaratoria o en las resoluciones que la modificaren.

**ARTICULO 55.**—Los parques urbanos son aquellas áreas, de uso público, constituidas por las entidades federativas y los municipios en los centros de población para obtener y preservar el equilibrio en los ecosistemas urbanos industriales, entre las construcciones, equipamientos e instalaciones respectivos y los elementos de la naturaleza, de manera que se proteja un ambiente sano, el esparcimiento de la población y valores artísticos, históricos y de belleza natural que se signifiquen en la localidad.

**ARTICULO 56.**—Las zonas sujetas a conservación ecológica son aquellas constituidas por las entidades federativas y los municipios en zonas cercanas a los asentamientos humanos, en las que existan uno o más ecosistemas en buen estado de conservación, destinadas a preservar los elementos naturales indispensables al equilibrio ecológico y al bienestar general.

## Sección II

### Declaratorias para el Establecimiento, Conservación, Administración, Desarrollo y Vigilancia de Áreas Naturales Protegidas

**ARTICULO 57.**—Las áreas naturales protegidas se establecerán mediante declaratoria que expida el Ejecutivo Federal conforme a ésta y a las demás leyes aplicables, con la participación de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios respectivos, según proceda, cuando se trate de áreas naturales protegidas de interés de la Federación; y por las entidades federativas y los municipios conforme a esta Ley y a las leyes locales, en los casos de áreas naturales protegidas de jurisdicción local.

**ARTICULO 58.**—En la realización de los estudios previos que den base a la expedición de las declaratorias para el establecimiento de áreas naturales protegidas de interés de la Federación, podrán participar por las entidades federativas y los municipios en cuyas circunscripciones territoriales se localice el área natural de que se trate.

**ARTICULO 59.**—La Secretaría propondrá al Ejecutivo Federal, la expedición de declaratorias para el establecimiento de áreas naturales protegidas de interés de la Federación, en los casos en que otras leyes no lo atribuyan a dependencias diversas, y promoverá ante las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Pesca y las demás según su competencia, lo propongan al propio Ejecutivo Federal. Asimismo, podrá proponer a los gobiernos de los estados y municipios, según sea el caso, el establecimiento de áreas naturales protegidas de jurisdicción local.

**ARTICULO 60.**—Las declaratorias para el establecimiento, conservación, administración, desarrollo y vigilancia de las áreas naturales protegidas de interés de la Federación contendrán, sin perjuicio de lo dispuesto por otras leyes, los siguientes elementos:

I.—La delimitación precisa del área, señalando la superficie, ubicación, deslinde y, en su caso, la zonificación correspondiente;

II.—Las modalidades a que se sujetará dentro del área, el uso o aprovechamiento de los recursos naturales en general o específicamente de aquellos sujetos a protección;

III.—La descripción de actividades que podrán llevarse a cabo en el área correspondiente, y las modalidades y limitaciones a que se sujetarán;

IV.—La causa de utilidad pública que en su caso fundamente la expropiación de terrenos, para que la nación adquiera su dominio, cuando al establecerse un área natural protegida se requiera dicha resolución; en estos casos, deberán observarse las prevenciones de las Leyes de Expropiación y Federal de Reforma Agraria, y

V.—Los lineamientos para la elaboración del programa de manejo del área.

ARTICULO 61.—Las declaratorias deberán publicarse en el *Diario Oficial* de la Federación y se notificarán previamente a los propietarios o poseedores de los predios afectados, en forma personal cuando se conociere sus domicilios; en caso contrario se hará una segunda publicación, la que surtirá efectos de notificación. Las declaratorias se inscribirán en el o los registros públicos de la propiedad que correspondan.

ARTICULO 62.—Una vez establecida un área natural protegida sólo podrá ser modificada su extensión y, en su caso, los usos del suelo permitidos, por la autoridad que la haya establecido, de conformidad con los estudios que al efecto se realicen.

ARTICULO 63.—Las áreas naturales protegidas establecidas por el Ejecutivo Federal podrán comprender, de manera parcial o total, predios sujetos a cualquier régimen de propiedad y quedarán sujetas a la condición de inafectables a que se refiere el artículo 249 de la Ley Federal de Reforma Agraria, en los casos que ahí se prevén.

ARTICULO 64.—En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujeten la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamentan las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias.

El solicitante deberá en tales casos demostrar ante la autoridad competente, su capacidad técnica y económica para llevar a cabo la exploración, explotación o aprovechamiento de que se trate, sin causar deterioro al equilibrio ecológico.

Las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de la Reforma Agraria, prestarán a ejidatarios y comuneros la asesoría técnica necesaria para el cumplimiento de lo dispuesto en el párrafo anterior y podrán prestar asesoría técnica a pequeños propietarios cuando éstos no cuenten con suficientes recursos económicos para procurársela.

La Secretaría, tomando como base los estudios técnicos y socioeconómicos practicados, podrá solicitar a la autoridad competente, la cancelación o revocación del permiso, licencia, concesión o autorización correspondiente, cuando la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos ocasione o pueda ocasionar deterioro al equilibrio ecológico.

ARTICULO 65.—La dependencia o dependencias del Ejecutivo Federal que hubieren propuesto el establecimiento de un área natural protegida de interés

de la Federación elaborarán el programa de manejo del área de que se trate, con la participación de las demás dependencias competentes y las autoridades locales, en el plazo que señale la declaratoria correspondiente.

En los casos de las áreas naturales protegidas de jurisdicción local, se estará a lo que dispongan las normas estatales y municipales.

ARTICULO 66.—Las declaratorias para el establecimiento de reservas de la biosfera y de reservas especiales de la biosfera, se expedirán por el Ejecutivo Federal, conforme a lo que disponen esta Ley, la Ley Forestal y las demás aplicables. En estos casos la Secretaría promoverá ante las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Pesca, y de las demás que tuvieren atribuciones relacionadas con las materias de protección a establecer, la elaboración de los estudios previos que se requieran, y tendrán a su cargo la coordinación de los mismos.

En las declaratorias se determinará la forma como deben realizarse las actividades y medidas de conservación, administración, desarrollo y vigilancia de las reservas de la biosfera, conforme a lo dispuesto en ésta y otras leyes, las que serán coordinadas por la Secretaría. La propia Secretaría, con la participación de las demás dependencias competentes, de la Comisión Nacional de Ecología, y en su caso de la Comisión Nacional Forestal, propondrá la celebración de acuerdos de coordinación con los gobiernos estatales y municipales y convenios de concertación con los sectores social y privado, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

ARTICULO 67.—Los acuerdos de coordinación a que se refiere el artículo anterior regularán las materias que se estimen necesarias, entre otras:

I.—La forma en que los gobiernos de los estados y de los municipios participarán en la administración de la reserva;

II.—La coordinación de las políticas federales con las de los estados y municipios y la elaboración del programa de manejo de la reserva, con la formulación de compromisos para su ejecución;

III.—El origen y destino de los recursos financieros para la administración de la reserva;

IV.—Los tipos y forma como se han de llevar a cabo la investigación y la experimentación en la reserva, y

V.—Las formas y esquemas de concertación con la comunidad, los grupos sociales y los grupos científicos y académicos.

ARTICULO 68.—El programa de manejo de la reserva deberá contener, por lo menos, lo siguiente:

I.—La descripción de las características físicas, biológicas, sociales y culturales de la reserva, en el contexto nacional, regional y local;

II.—Las acciones a realizar a corto, mediano y largo plazos, estableciendo su vinculación con el Sistema Nacional de Planeación Democrática. Dichas

cciones comprenderán la investigación, uso de recursos, extensión, difusión, operación, coordinación, seguimiento y control;

III.—Los objetivos específicos de la reserva, y

IV.—Las normas técnicas aplicables, cuando corresponda, para el aprovechamiento de la flora y de la fauna, las cortas sanitarias, de cultivo y domésticas, así como aquellas destinadas a evitar la contaminación del suelo y de las aguas.

ARTICULO 69.—Las medidas que el Ejecutivo Federal podrá imponer para la protección de las áreas de reservas de la biosfera, o reservas especiales de la biosfera, serán las que establecen, según las materias respectivas, la presente Ley, las Leyes Forestal, Federal de Aguas, Federal de Pesca, Federal de Caza, Orgánica de la Administración Pública Federal, y las demás que resulten aplicables, las cuales podrán consistir en restringir o prohibir actividades que puedan alterar los ecosistemas; imponer modalidades a la propiedad privada; y regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación. Quedan comprendidas en dichas medidas las vedas temporales o indefinidas, totales o parciales.

De conformidad con el artículo 61 de esta Ley, las declaratorias contendrán los motivos y fundamentos de las medidas que se impongan, y citación a los interesados a fin de que la Secretaría reciba las manifestaciones que éstos le formulen por escrito dentro del término que se establezca en las mismas declaratorias y resuelva fundadamente dentro de los treinta días siguientes. Para este efecto, cada una de las dependencias que hubieren intervenido en los estudios previos y propuestas de declaratoria, desahogará por conducto de la Secretaría la parte de las peticiones que corresponda a sus atribuciones.

ARTICULO 70.—Cuando se determinen zonas núcleo en las reservas de la biosfera, o en las reservas especiales de la biosfera quedará expresamente prohibido:

I.—Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de corriente o depósitos de agua, así como desarrollar cualquier actividad contaminante;

II.—Interrumpir o desviar los flujos hidráulicos;

III.—Realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de la flora silvestre, y

IV.—Ejecutar acciones que contravengan lo dispuesto por la declaratoria.

ARTICULO 71.—Los parques marinos nacionales se establecerán mediante declaratoria del Ejecutivo Federal a propuesta, en forma coordinada, de la Secretaría y de las Secretarías de Pesca y Marina.

Previo al establecimiento de un parque marino nacional, las citadas dependencias llevarán a cabo los estudios y las investigaciones que den base a la expedición de la declaratoria correspondiente.

Las declaratorias por las que se establezcan parques marinos nacionales deberán contener:

I.—La delimitación precisa del área sujeta a protección, señalando en su caso la zonificación correspondiente;

II.—La descripción de las actividades que podrán llevarse a cabo en el área correspondiente. Previo dictamen de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, podrá regularse el tránsito de embarcaciones por la zona, el establecimiento o utilización de instalaciones artificiales y plataformas y estructuras con fines pesqueros. Podrá regularse asimismo la exploración o explotación de los recursos naturales de los fondos marinos y su subsuelo;

III.—Las modalidades y limitaciones a que se sujetará dentro del área el uso o aprovechamiento de los recursos naturales. La declaratoria podrá establecer el requisito de autorización previa de la pesca con fines de consumo doméstico, de fomento y deportivo recreativa, conforme a la ley de la materia, y

IV.—Los lineamientos para la elaboración del programa de manejo del área.

Una vez establecidos, la administración, organización y manejo de los parques marinos nacionales corresponderá a las Secretarías de Pesca y de Marina con la participación de la Secretaría, y se hará con arreglo a lo que disponen esta Ley, la Ley Federal del Mar, la Ley Federal de Pesca y las demás leyes aplicables, la declaratoria correspondiente y el programa de manejo que las propias dependencias formulen.

ARTICULO 72.—Las declaratorias para el establecimiento de las áreas naturales protegidas de interés de la Federación, previstas en las fracciones III, IV, VI y VII del artículo 46 de esta Ley, se expedirán por el Ejecutivo Federal, conforme a lo que disponen la Ley Forestal, la Ley Federal de Pesca, la Ley Federal de Caza y las demás leyes relativas, a propuesta de las dependencias en ellas señaladas, aplicándose en lo no previsto en tales ordenamientos, las disposiciones de la presente Ley.

ARTICULO 73.—La Secretaría promoverá y coordinará la realización de los estudios previos y la propuesta al Ejecutivo Federal de tales áreas, particularmente cuando concurren en ellas materias de la competencia de varias dependencias.

ARTICULO 74.—Para el establecimiento de las áreas de protección de flora y fauna silvestres, la Secretaría realizará los estudios previos necesarios y propondrá al Ejecutivo Federal la expedición de las declaratorias correspondientes. La conservación, administración, desarrollo y vigilancia de dichas áreas corresponderá a la Secretaría.

ARTICULO 75.—Todos los actos, convenios y contratos relativos a la propiedad, posesión o cualquier derecho relacionado con bienes inmuebles ubicados en áreas naturales protegidas deberán contener referencia de la declaratoria correspondiente y



de sus datos de inscripción en el Registro Público de Propiedad.

Los notarios y cualesquiera otros fedatarios públicos sólo podrán autorizar las escrituras públicas, actos, convenios o contratos en los que intervengan, cuando se cumpla con lo dispuesto en el presente artículo.

## CAPITULO II

### *Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas*

ARTICULO 76.—Las áreas naturales protegidas que sean consideradas como de interés de la Federación, constituyen en su conjunto el Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas.

ARTICULO 77.—La Secretaría llevará el registro de las áreas integrantes del Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas, en el que se consignen los datos de su inscripción en los registros públicos de la propiedad correspondientes.

ARTICULO 78.—Con el propósito de preservar el patrimonio natural de la nación, y con arreglo a las bases de coordinación que al efecto se celebren en los términos del artículo 25 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, las dependencias competentes de la administración pública federal incorporarán en las reglas de manejo de las áreas naturales protegidas cuya administración les compete, aquellas que determine la Secretaría para proveer eficazmente la protección de los ecosistemas y sus elementos. La propia Secretaría promoverá ante las autoridades locales la adopción por parte de éstas de las bases de manejo que regulan la conservación, administración, desarrollo y vigilancia de áreas naturales en el sistema nacional.

Podrá celebrar, asimismo, convenios de concertación con grupos sociales y particulares interesados, para facilitar el logro de los fines para los que se hubieren establecido las áreas naturales del sistema nacional.

## CAPITULO III

### *Flora y Fauna Silvestres y Acuáticas*

ARTICULO 79.—Para la protección y aprovechamiento de la flora y fauna silvestres y acuáticas, se considerarán los siguientes criterios:

I.—La preservación del hábitat natural de las especies de flora y fauna del territorio nacional, así como la vigilancia de sus zonas de reproducción;

II.—La protección de los procesos evolutivos de las especies y sus recursos genéticos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a la protección e investigación;

III.—La protección y desarrollo de las especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, a fin de recuperar su estabilidad poblacional;

IV.—El combate del tráfico ilegal de especies;

V.—El fortalecimiento de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre, y

VI.—La concertación con la comunidad para propiciar su participación en la conservación de especies.

ARTICULO 80.—Los criterios para la protección y aprovechamiento de la flora y fauna silvestres y acuáticas serán considerados, entre otros, en los siguientes casos:

I.—El otorgamiento de concesiones, permisos y, en general, de toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento, posesión, administración, conservación, repoblación, propagación y desarrollo de la flora y fauna silvestres y acuáticas;

II.—El establecimiento o modificación de vedas de la flora y fauna silvestres y acuáticas;

III.—Las acciones de sanidad fitopecuaria;

IV.—La protección y conservación de la flora y fauna del territorio nacional, contra la acción perjudicial de plagas y enfermedades, o la contaminación que pueda derivarse de actividades fitopecuarias;

V.—El establecimiento del régimen técnico de conservación de la flora y fauna acuáticas;

VI.—La formulación del programa anual de producción, repoblación, cultivo, siembra y diseminación de especies de la flora y fauna acuáticas;

VII.—La creación de áreas de refugio para proteger las especies acuáticas que así lo requieran, y

VIII.—La determinación de los métodos y medidas aplicables o indispensables para la conservación, cultivo y repoblación de los recursos pesqueros.

ARTICULO 81.—La Secretaría establecerá o, en su caso, promoverá ante las autoridades competentes, el establecimiento de vedas de la flora y fauna silvestres y acuáticas y la modificación o levantamiento de las mismas.

Las vedas que se decreten tendrán como finalidad la conservación, repoblación, propagación, distribución, aclimatación o refugio de los especímenes, principalmente de aquellas especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

Los decretos de veda deberán precisar su naturaleza y temporalidad, los límites de las áreas o zonas vedadas y las especies de la flora o la fauna comprendidas en ellas.

Dichos decretos deberán publicarse en el *Diario Oficial* de la Federación y en el de la entidad o entidades federativas donde se ubique el área vedada.

ARTICULO 82.—Las disposiciones de esta Ley son aplicables a la posesión, administración, conservación, repoblación, propagación y desarrollo de la flora y fauna silvestres, las personas físicas o morales que se dediquen a las expresadas actividades deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría.

ARTICULO 83.—El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora y fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

ARTICULO 84.—La Secretaría, en coordinación con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Pesca expedirá las normas técnicas ecológicas de conservación y aprovechamiento del hábitat de la flora y fauna silvestres y acuáticas.

ARTICULO 85.—Cuando así se requiera para la protección de especies, la Secretaría promoverá ante la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial el establecimiento de medidas de regulación o restricción, en forma total o parcial, a la exportación o importación de especímenes de la flora y fauna silvestres e impondrá las restricciones necesarias para la circulación o tránsito por el territorio nacional de especies de la flora y fauna silvestres procedentes del y destinadas al extranjero.

ARTICULO 86.—A la Secretaría le corresponde aplicar las disposiciones que sobre aprovechamiento y conservación de especies de la fauna silvestre establezcan ésta y otras leyes, y autorizar su aprovechamiento en actividades económicas, sin perjuicio de las facultades que correspondan a otras dependencias, conforme a otras leyes.

ARTICULO 87.—El aprovechamiento de especies de la fauna silvestre en actividades económicas podrá autorizarse cuando los particulares garanticen su reproducción controlada y desarrollo en cautiverio y proporcionen un número suficiente para el repoblamiento de la especie.

No podrá autorizarse el aprovechamiento sobre poblaciones naturales de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, excepto en los casos de investigación científica.

## TITULO TERCERO

### Aprovechamiento Racional de los Elementos Naturales

#### CAPITULO I

##### *Aprovechamiento Racional del Agua y los Ecosistemas Acuáticos*

ARTICULO 88.—Para el aprovechamiento racional del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:

I.—Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;

II.—El aprovechamiento de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos debe reali-

zarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico, y

III.—Para el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos.

ARTICULO 89.—Los criterios para el aprovechamiento racional del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en:

I.—La formulación e integración del Programa Nacional Hidráulico;

II.—El otorgamiento de concesiones, permisos, y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico;

III.—El otorgamiento de autorizaciones para la desviación, extracción o derivación de aguas de propiedad nacional;

IV.—El establecimiento de vedas de aguas del subsuelo;

V.—Las suspensiones que decrete el Ejecutivo Federal, en los términos de la Ley Federal de Aguas, de todos aquellos aprovechamientos, obras y actividades que dañen los recursos hidráulicos nacionales o afecten el equilibrio ecológico de una región;

VI.—La suspensión que ordene la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de todas aquellas obras que dañen los recursos hidráulicos nacionales;

VII.—La suspensión que ordene la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en coordinación con la Secretaría, de las obras que causen desequilibrio ecológico en una región, o afecten o puedan afectar los elementos de los ecosistemas;

VIII.—La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;

IX.—Las previsiones contenidas en el programa director para el desarrollo urbano del Distrito Federal respecto de la política de reúso de aguas;

X.—Las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción;

XI.—El establecimiento de distritos de acuacultura, y

XII.—La creación y administración de reservas y zonas de protección pesquera.

ARTICULO 90.—La Secretaría, en coordinación con las de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salud, expedirá las normas técnicas ecológicas para el establecimiento y manejo de zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y, en general, fuentes de abastecimiento de agua para el servicio de las po-

aciones e industrias, y promoverá el establecimiento de reservas de agua para consumo humano.

ARTICULO 91.—El otorgamiento de las autorizaciones para afectar el curso o cauce de las corrientes de agua, se sujetará a los criterios ecológicos contenidos en la presente Ley.

ARTICULO 92.—Con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el tratamiento de aguas residuales y su reúso.

ARTICULO 93.—La Secretaría y la de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en sus respectivas esferas de competencia, realizarán las acciones necesarias para evitar, y en su caso controlar procesos de eutrofización, salinización y cualquier otro proceso de contaminación en las corrientes y cuerpos de aguas de propiedad de la nación.

ARTICULO 94.—La exploración, explotación y administración de los recursos acuáticos vivos y no vivos, se sujetará a lo que establecen las leyes de la materia y a los criterios y demás disposiciones que establece esta ley en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

ARTICULO 95.—La Secretaría podrá solicitar, a la Secretaría de Pesca, la realización de estudios de impacto ambiental previos al otorgamiento de concesiones, permisos y, en general, autorizaciones para la realización de actividades pesqueras, cuando el aprovechamiento de las especies ponga en peligro su preservación o pueda causar desequilibrio ecológico.

ARTICULO 96.—La Secretaría en coordinación con la Secretaría de Pesca y, en su caso, con la de Agricultura y Recursos Hidráulicos, expedirá las normas técnicas para la protección de los ecosistemas acuáticos y promoverá la concertación de acciones de protección y restauración de los ecosistemas acuáticos con los sectores productivos y las comunidades.

ARTICULO 97.—La Secretaría establecerá viveros, criaderos y reservas de especies de la flora y fauna acuáticas, en su caso, con la participación de la Secretaría de Pesca.

## CAPITULO II

### *Aprovechamiento Racional del Suelo y sus Recursos*

ARTICULO 98.—Para la protección y aprovechamiento del suelo se considerarán los siguientes criterios:

I.—El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los sistemas;

II.—El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;

III.—Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;

IV.—En las zonas de pendientes pronunciadas en las que se presenten fenómenos de erosión o de degradación del suelo, se deben introducir cultivos y tecnologías que permitan revertir el fenómeno, y

V.—La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración.

ARTICULO 99.—Los criterios ecológicos para la protección y aprovechamiento del suelo se considerarán en:

I.—Los apoyos a las actividades agrícolas que otorgue el Gobierno Federal, de manera directa o indirecta, sean de naturaleza crediticia, técnica o de inversión, para que promuevan la progresiva incorporación de cultivos compatibles con la preservación del equilibrio ecológico y la restauración de los ecosistemas;

II.—La fundación de centros de población y la radicación de asentamientos humanos;

III.—La operación y administración del sistema nacional de suelo y de reservas territoriales para el desarrollo urbano y la vivienda;

IV.—La determinación de usos, reservas y destinos en predios forestales;

V.—El establecimiento de zonas protectoras forestales;

VI.—La determinación o modificación de los límites establecidos en los coeficientes de agostadero;

VII.—Las disposiciones, programas y lineamientos técnicos para la conservación de suelos;

VIII.—El establecimiento de distritos de conservación del suelo;

IX.—La ordenación forestal de las cuencas hidrográficas del territorio nacional;

X.—El otorgamiento y la modificación, suspensión o revocación de permisos de aprovechamiento forestal;

XI.—Las actividades de extracción de materias del subsuelo; la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de sustancias minerales; las excavaciones y todas aquellas acciones que alteren la cubierta y suelos forestales, y

XII.—Cuando así proceda, de conformidad con la ley de la materia, al encomendarse la explotación de tierras que hayan sido declaradas ociosas. En estos casos se promoverá su utilización de acuerdo con las aptitudes naturales del terreno y el adecuado equilibrio de los ecosistemas.

ARTICULO 100.—Los permisos y en general las autorizaciones de aprovechamiento forestal, implican la obligación de hacer un uso racional de ese re-

curso. Cuando las actividades forestales deterioren gravemente el equilibrio ecológico, la Secretaría promoverá ante la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la revocación, modificación o suspensión del permiso o autorización respectivo, en los casos previstos por el artículo 56 de la Ley Forestal.

**ARTICULO 101.**—En las zonas selváticas, el Gobierno Federal atenderá en forma prioritaria, de conformidad con las disposiciones aplicables:

I.—El aprovechamiento racional de los ecosistemas selváticos, donde existan actividades agropecuarias establecidas;

II.—El cambio progresivo de la práctica de roza, tumba y quema a otras que no impliquen deterioro de los ecosistemas;

III.—La consideración de los criterios ecológicos en las actividades de extracción de recursos no renovables;

IV.—La introducción de cultivos compatibles con los ecosistemas y que favorezcan su restauración cuando hayan sufrido deterioro, y

V.—La regulación ecológica de los asentamientos humanos.

**ARTICULO 102.**—Todas las autorizaciones que afecten el uso del suelo en las zonas selváticas o el equilibrio ecológico de sus ecosistemas, quedan sujetas a los criterios y disposiciones que establecen esta Ley y demás aplicables.

**ARTICULO 103.**—Quienes realicen actividades agrícolas y pecuarias deberán llevar a cabo las prácticas de conservación y recuperación necesarias para evitar el deterioro de los suelos y del equilibrio ecológico, en los términos de lo dispuesto por ésta y las demás leyes aplicables.

**ARTICULO 104.**—La Secretaría promoverá ante la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y las demás dependencias competentes, la introducción y generalización de prácticas de protección y recuperación, de los suelos en las actividades agropecuarias, así como la realización de estudios de impacto ambiental previos al otorgamiento de autorizaciones para efectuar cambios del uso del suelo, cuando existan elementos que permitan prever grave deterioro de los suelos afectados y del equilibrio ecológico en la zona.

**ARTICULO 105.**—En aquellas zonas que presenten graves desequilibrios ecológicos, la Secretaría con la participación de las demás competentes, formulará los proyectos de programas especiales para la restauración del equilibrio ecológico que resulten convenientes, y promoverá su aprobación por el Ejecutivo Federal, con la intervención de la Secretaría Programación y Presupuesto, conforme a lo dispuesto por la Ley de Planeación.

Cuando los fenómenos de desequilibrio ecológico en tales zonas lo requieran en forma inminente, por estarse produciendo procesos de desertificación o pérdidas de recursos de muy difícil reparación o aun irreversibles, el Ejecutivo Federal, por causa de in-

terés público, a propuesta que la Secretaría formule en coordinación con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y otras dependencias competentes, podrá expedir declaratorias para regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos y la realización de actividades. Las declaratorias se publicarán en el *Diario Oficial* de la Federación, y se inscribirán en el Registro Público de la Propiedad correspondiente. Las declaratorias que se expidan surtirán efecto previa audiencia a los interesados, quienes deberán ofrecer y aportar las pruebas necesarias para justificar las cuestiones que planteen en un plazo que no excederá de veinte días a partir de la notificación correspondiente.

Las declaratorias podrán comprender, de manera parcial o total, predios sujetos a cualquier régimen de propiedad, y expresarán:

I.—La delimitación de la zona, precisando superficie, ubicación y deslinde;

II.—Las condiciones a que se sujetarán, dentro de la zona, los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales y la realización de actividades contaminantes;

III.—Los programas de recuperación que determine el Ejecutivo Federal en la zona, los que podrán ser materia de acuerdos de coordinación con los gobiernos de los estados y municipios y de concertación con los sectores social y privado, y

IV.—La determinación de su vigencia.

**ARTICULO 106.**—Todos los actos y convenios relativos a la propiedad, posesión o cualquier otro derecho relacionado con bienes inmuebles ubicados en las zonas que fueren materia de las declaratorias a que se refiere el Artículo 105 quedarán sujetas a la aplicación de las modalidades sobre el uso o aprovechamiento de los mismos, previstas en la declaratoria correspondiente.

Los notarios y cualesquier otros fedatarios públicos, harán constar tal circunstancia al autorizar las escrituras públicas, actos, convenios o contratos en los que intervengan.

Será nulo todo acto, convenio o contrato que contravenga lo que en la mencionada declaratoria se establezca.

**ARTICULO 107.**—En los estímulos fiscales que se otorguen a las actividades forestales deberán considerarse criterios ecológicos de manera que se promuevan el desarrollo y fomento integral de la actividad forestal, el establecimiento y ampliación de plantaciones forestales y las obras para la protección de suelos forestales en los términos de esta Ley y de la Ley Forestal.

### CAPITULO III

#### *Efectos de la Exploración y Explotación de los Recursos no Renovables en el Equilibrio Ecológico*

**ARTICULO 108.**—Para prevenir y controlar los efectos nocivos de la exploración y explotación de

recursos naturales no renovables en el equilibrio e integridad de los ecosistemas, la Secretaría expedirá las normas técnicas ecológicas que permitan:

I.—La protección de las aguas que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos;

II.—La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas, y

III.—La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimientos de beneficios de los minerales.

ARTICULO 109.—Las normas técnicas ecológicas a que se refiere el artículo anterior serán observadas por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración y explotación de los recursos naturales no renovables.

## TITULO CUARTO

### Protección al Ambiente :

#### CAPITULO I

##### *Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera*

ARTICULO 110.—Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I.—La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y

II.—Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

ARTICULO 111.—Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, la Secretaría:

I.—Expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas técnicas ecológicas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo;

II.—Convendrá y, en su caso, podrá requerir la instalación de equipos de control de emisiones con quienes realicen actividades contaminantes en zonas urbanadas ubicadas en dos o más entidades federativas y cuando se trate de bienes o zonas de jurisdicción federal;

III.—Expedirá las normas técnicas ecológicas para el establecimiento y operación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire;

IV.—Expedirá las normas técnicas ecológicas para la certificación por la autoridad competente, de los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes determinadas;

V.—Expedirá en coordinación con el sector energético y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, las normas técnicas ecológicas que deberán ser observadas por la industria automotriz para reducir las emisiones de origen vehicular, considerando los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente, determinados por la Secretaría de Salud;

VI.—Promoverá, en coordinación con las autoridades correspondientes, el establecimiento de sistemas de verificación del parque vehicular, y

VII.—Ejercerá las demás facultades que le confieren las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

ARTICULO 112.—En materia de contaminación atmosférica, los gobiernos de los estados y de los municipios en los ámbitos de sus respectivas jurisdicciones:

I.—Llevarán a cabo las acciones de prevención y el control de la contaminación del aire en bienes y zonas de jurisdicción estatal;

II.—Aplicarán los criterios generales para la protección a la atmósfera en las declaratorias de usos, destinos, reservas y provisiones, definiendo las zonas en que sea permitida la instalación de industrias contaminantes;

III.—Convendrán con quienes realicen actividades contaminantes y, en su caso, les requerirán la instalación de equipos de control de emisiones cuando se trate de actividades de jurisdicción local, y promoverán ante la Secretaría dicha instalación, en los casos de jurisdicción federal;

IV.—Integrarán y mantendrán actualizado el inventario de fuentes fijas de contaminación, y evaluarán el impacto ambiental en los casos de jurisdicción local previstos en el artículo 31 de esta Ley;

V.—Establecerán y operarán sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación;

VI.—Establecerán y operarán, con el apoyo técnico, en su caso, de la Secretaría, sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Dichos sistemas deberán contar con dictamen técnico previo de la Secretaría. Esta promoverá, mediante acuerdos de coordinación, la incorporación de los reportes locales de monitoreo a la información nacional cuya integración estará a cargo de la propia Secretaría;

VII.—Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto el federal, y las medidas de tránsito y, en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación;

VIII.—Tomarán las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica;

X.—Elaborarán los informes sobre el estado del medio ambiente en la entidad o municipio correspondiente, que convengan con la Secretaría a través de los acuerdos de coordinación que se celebren;

X.—Impondrán sanciones y medidas por infracciones a las leyes que al efecto expidan las legislaturas locales, o a los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno que expidan los ayuntamientos, de acuerdo con esta Ley, y

XI.—Ejercerán las demás facultades que les confieren las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

ARTICULO 113.—No podrán emitirse contaminantes a la atmósfera, que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas técnicas ecológicas expedidas por la Secretaría. Cuando dichas emisiones contengan materiales o residuos peligrosos, se requerirá para su emisión la previa autorización de la Secretaría.

ARTICULO 114.—Las autoridades competentes promoverán, en las zonas que se hubieren determinado como aptas para uso industrial, próximas a áreas habitacionales, la instalación de industrias que utilicen tecnologías y combustibles que generen menor contaminación.

ARTICULO 115.—La Secretaría promoverá que en la determinación de usos del suelo que definan los programas de desarrollo urbano respectivos, se consideren las condiciones topográficas, climatológicas y meteorológicas para asegurar la adecuada dispersión de contaminantes.

ARTICULO 116.—Para el otorgamiento de estímulos fiscales, las autoridades competentes considerarán a quienes:

I.—Adquieran, instalen u operen equipo para el control de emisiones contaminantes a la atmósfera;

II.—Fabriquen, instalen o proporcionen mantenimiento a equipo de filtrado, combustión, control y, en general, de tratamiento de emisiones que contaminen la atmósfera;

III.—Realicen investigaciones de tecnología cuya aplicación disminuya la generación de emisiones contaminantes, y

IV.—Ubiquen o relocalicen sus instalaciones para evitar emisiones contaminantes en zonas urbanas.

## CAPITULO II

### *Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos*

ARTICULO 117.—Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I.—La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;

II.—Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

III.—El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

IV.—Las aguas residuales de origen urbano deben de recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo, y

V.—La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

ARTICULO 118.—Los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua serán considerados en:

I.—El establecimiento de criterios sanitarios para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública;

II.—La formulación de las normas técnicas que deberá satisfacer el tratamiento del agua para el uso y consumo humano;

III.—Los convenios que celebre el Ejecutivo Federal para entrega de agua en bloque a los sistemas usuarios o a usuarios, especialmente en lo que se refiere a la determinación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales que deban instalarse;

IV.—La restricción o suspensión de explotaciones y aprovechamientos que ordene la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en los casos de disminución, escasez o contaminación de las fuentes de abastecimiento, o para proteger los servicios de agua potable;

V.—Las concesiones, asignaciones, permisos y en general autorizaciones que deban obtener los concesionarios, asignatarios o permisionarios, y en general los usuarios de las aguas propiedad de la nación, para infiltrar aguas residuales en los terrenos, o para descargarlas en otros cuerpos receptores distintos de los alcantarillados de las poblaciones, y

VI.—La organización, dirección y reglamentación de los trabajos de hidrología en cuencas, cauces y álveos de aguas nacionales, superficiales y subterráneas.

ARTICULO 119.—Para la prevención y control de la contaminación del agua corresponderá:

I.—A la Secretaría:

Expedir, en coordinación con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y las demás autoridades competentes, las normas técnicas para el vertimiento de aguas residuales en redes colectoras, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, así como para infiltrarlas en terrenos;

b) Emitir los criterios, lineamientos, requisitos y demás condiciones que deban satisfacerse para regular el alejamiento, la explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales, a fin de evitar contaminación que afecte el equilibrio de los ecosistemas o a sus componentes y, en su caso, en coordinación con la Secretaría de Salud, cuando se ponga en peligro la salud pública;

c) Expedir las normas técnicas ecológicas a las que se sujetará el almacenamiento de aguas residuales, con la intervención que en su caso competa a otras dependencias;

d) Dictaminar las solicitudes de permisos para infiltrar o descargar aguas residuales en terrenos o cuerpos distintos de los alcantarillados;

e) Fijar condiciones particulares de descarga cuando se trate de aguas residuales generadas en bienes y zonas de jurisdicción federal y de aquellas vertidas directamente en aguas de propiedad nacional;

f) Fijar condiciones particulares de descarga a las que generen aguas residuales captadas por sistemas de alcantarillado, cuando dichos sistemas viertan sus aguas en cuencas, ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de aguas de propiedad nacional, sin observar las normas técnicas ecológicas o, en su caso, las condiciones particulares de descarga que hubiese fijado la Secretaría;

g) Promover el reúso de aguas residuales tratadas en actividades agrícolas e industriales;

h) Determinar los procesos de tratamiento de las aguas residuales, considerando los criterios sanitarios que en materia de salud pública emita la Secretaría de Salud, en función del destino de esas aguas y las condiciones del cuerpo receptor, que serán incorporados en los convenios que celebre el Ejecutivo Federal para la entrega de agua en bloque a sistemas usuarios o a usuarios, conforme a la Ley Federal de Aguas;

i) Resolver sobre las solicitudes de autorización para el establecimiento de plantas de tratamiento y sus descargas conjuntas, cuando dichas descargas contaminantes provengan de dos o más obras, instalaciones o industrias de jurisdicción federal, tomando en consideración los criterios sanitarios establecidos por la Secretaría de Salud. Esta autorización únicamente podrá otorgarse cuando los efectos en las cuencas de aguas nacionales lo permitan, conforme a los usos determinados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y

promover la incorporación de sistemas de separación de las aguas residuales de origen doméstico de aquellas de origen industrial en los drenajes de los centros de población, así como la instalación de plantas de tratamiento para evitar la contaminación de aguas.

II.—A la Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y la de Salud:

a) Expedir las normas técnicas ecológicas para el uso o aprovechamiento de aguas residuales;

b) Emitir opinión a la que deberá sujetarse la programación y construcción de nuevas industrias que puedan producir descargas contaminantes de aguas residuales, así como de las obras e instalaciones conducentes a purificar las aguas residuales de procedencia industrial en los casos de jurisdicción federal, y

c) Expedir las normas técnicas ecológicas que deberán observarse para el tratamiento de aguas residuales de origen urbano que se destinen a la industria y a la agricultura. Para el ejercicio de esta atribución, dichas dependencias tomarán como base los estudios de la cuenca y sistemas correspondientes.

III.—A la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, resolver sobre las solicitudes de concesión, permiso o autorización que se formulen para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales, considerando los criterios y lineamientos, para la preservación del equilibrio ecológico;

IV.—A la Secretaría expedir normas técnicas sobre la ejecución de obras relacionadas con el alejamiento, tratamiento y destino de las aguas residuales conducidas o no, por sistemas de alcantarillado, considerando los criterios sanitarios establecidos por la Secretaría de Salud, y

V.—A los estados y municipios:

a) El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado;

b) Requerir a quienes generen descargas a dichos sistemas y no satisfagan las normas técnicas ecológicas que se expidan, la instalación de sistemas de tratamiento;

c) Determinar el monto de los derechos correspondientes para que el municipio o autoridad estatal respectiva pueda llevar a cabo el tratamiento necesario y, en su caso, proceder a la imposición de las sanciones a que haya lugar, y

d) Llevar y actualizar el registro de las descargas a las redes de drenaje y alcantarillado que administren, el que será integrado al registro nacional de descargas a cargo de la Secretaría.

ARTICULO 120.—Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local:

I.—Las descargas de origen industrial;

II.—Las descargas de origen municipal y su mezcla incontrolada con otras descargas;

III.—Las descargas derivadas de actividades agropecuarias;

IV.—Las descargas de desechos, sustancias o residuos generados en las actividades de extracción de recursos no renovables;

V.—La aplicación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas;

VI.—Las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos, y

VII.—El vertimiento de residuos sólidos en cuerpos y corrientes de agua.

ARTICULO 121.—No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

ARTICULO 122.—Las aguas residuales provenientes de usos municipales, públicos o domésticos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas, ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo y, en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir:

I.—Contaminación de los cuerpos receptores;

II.—Interferencias en los procesos de depuración de las aguas, y

III.—Trastornos, impedimentos o alteraciones en correctos aprovechamientos, o en el funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.

ARTICULO 123.—Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas técnicas ecológicas que para tal efecto se expidan y, en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.

Cuando dichas descargas, derrames o infiltraciones contengan materiales o residuos peligrosos, deberán contar con la autorización previa de la Secretaría.

ARTICULO 124.—Cuando las aguas residuales afecten o puedan afectar fuentes de abastecimiento de agua, la Secretaría lo comunicará a la Secretaría de Salud y promoverá ante la autoridad competente la negativa del permiso o autorización correspondiente, o su inmediata revocación y, en su caso, la suspensión del suministro.

ARTICULO 125.—La Secretaría, considerando los criterios sanitarios que en materia de salubridad general establezca la Secretaría de Salud, así como los usos de las cuencas de aguas nacionales determinados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, determinará las condiciones particulares de descarga y los sistemas de tratamiento que deberán instalar las dependencias y entidades de la Admi-

nistración Pública Federal, para descargar aguas residuales.

ARTICULO 126.—Los equipos de tratamiento de las aguas residuales de origen urbano que diseñen, operen o administren los municipios, las autoridades estatales, o el Departamento del Distrito Federal, deberán cumplir con las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

ARTICULO 127.—La Secretaría y las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salud, emitirán opinión, con base en los estudios de la cuenca y sistemas correspondientes, para la programación y construcción de obras e instalaciones de purificación de aguas residuales de procedencia industrial.

ARTICULO 128.—Las aguas residuales provenientes del alcantarillado urbano podrán utilizarse en la industria y en la agricultura, si se someten en los casos que se requiera al tratamiento que cumpla con las normas técnicas emitidas por la Secretaría, en coordinación con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salud.

En los aprovechamientos existentes de aguas residuales en la agricultura, se promoverán acciones para mejorar la calidad del recurso, la reglamentación de los cultivos y las prácticas de riego.

ARTICULO 129.—El otorgamiento de asignaciones, autorizaciones, concesiones o permisos para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas en actividades económicas susceptibles de contaminar dicho recurso, estará condicionado al tratamiento previo necesario de las aguas residuales que se produzcan.

ARTICULO 130.—La Secretaría resolverá sobre las solicitudes de autorización para descargar aguas residuales, sustancias o cualquier otro tipo de residuos en aguas marinas, fijando en cada caso las normas técnicas ecológicas, condiciones y tratamiento de las aguas y residuos, de acuerdo al reglamento correspondiente. Cuando el origen de las descargas provenga de fuentes móviles o de plataformas fijas en el mar territorial y la zona económica exclusiva, la Secretaría se coordinará con la Secretaría de Marina para la expedición de las autorizaciones correspondientes.

ARTICULO 131.—Para la protección del medio marino, el Ejecutivo Federal emitirá los criterios para la explotación, conservación y administración de los recursos naturales, vivos y abióticos, del lecho y el subsuelo del mar y de las aguas suprayacentes, así como los que deberán observarse para la realización de actividades de exploración y explotación en la zona económica exclusiva.

ARTICULO 132.—La Secretaría se coordinará con las Secretarías de Marina, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Salud, de Comunicaciones y Transportes y de Pesca, a efecto de que dentro de sus respectivas atribuciones y competencias, intervengan para prevenir, controlar, vigilar y abatir la contaminación del medio marino, y preservar y restaurar el equilibrio de sus ecosistemas, con arreglo a lo que



establece en la presente Ley, la Ley Federal del Suelo, los demás ordenamientos aplicables y las normas vigentes del derecho internacional.

**ARTICULO 133.**—La Secretaría y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, con la participación que en su caso corresponda a la Secretaría de Salud conforme a otros ordenamientos legales, realizarán un sistemático y permanente monitoreo de la calidad de las aguas, para detectar la presencia de contaminantes o exceso de desechos orgánicos y aplicar las medidas que procedan o, en su caso, promover su ejecución. En los casos de aguas de jurisdicción local se coordinarán con las autoridades de los estados y municipios.

### CAPITULO III

#### *Prevención y Control de la Contaminación del Suelo*

**ARTICULO 134.**—Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

I.—Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;

II.—Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

III.—Es necesario racionalizar la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; e incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, y

IV.—La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas.

**ARTICULO 135.**—Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se considerarán, en los siguientes casos:

I.—La ordenación y regulación del desarrollo urbano;

II.—La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios;

III.—Las autorizaciones para la instalación y operación de confinamientos o depósitos de residuos, y

IV.—El otorgamiento de todo tipo de autorizaciones para la fabricación, importación, utilización y en general la realización de actividades relacionadas con plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

**ARTICULO 136.**—Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para evitar o evitar:

I.—La contaminación del suelo;

II.—Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;

III.—Las alteraciones en el suelo que alteren su aprovechamiento, uso o explotación, y

IV.—Riesgos y problemas de salud.

**ARTICULO 137.**—Queda sujeto a la autorización de los gobiernos de los estados o, en su caso, de los municipios, con arreglo a las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales. Los materiales y residuos peligrosos se sujetarán a lo dispuesto en el Capítulo V de este mismo Título.

**ARTICULO 138.**—La Secretaría promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para:

I.—La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales, y

II.—La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

**ARTICULO 139.**—Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta Ley, sus disposiciones reglamentarias y las normas técnicas ecológicas que para tal efecto se expidan.

**ARTICULO 140.**—Los procesos industriales que generen residuos de lenta degradación se llevarán a cabo con arreglo a lo que disponga el reglamento correspondiente.

**ARTICULO 141.**—La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial promoverá la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos.

**ARTICULO 142.**—En ningún caso podrá autorizarse la importación de residuos para su derrame, depósito, confinamiento, almacenamiento, incineración o cualquier tratamiento para su destrucción o disposición final en el territorio nacional o en las zonas en las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Las autorizaciones para el tránsito por el territorio nacional de residuos no peligrosos con destino a otra nación, sólo podrán otorgarse cuando exista previo consentimiento de ésta.

**ARTICULO 143.**—Los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, quedarán sujetos a las normas oficiales mexicanas y a las normas técnicas que expidan en forma coordinada la Secretaría y las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud y de Comercio y Fomento Industrial, para evitar que se causen desequilibrios ecológicos. El reglamento de esta Ley establecerá la regulación, que dentro del mismo marco de coordinación deba observarse en actividades relacionadas con dichas sustancias o productos, incluyendo la disposición final de

los residuos, empaques y envases vacíos, medidas para evitar efectos adversos en los ecosistemas y los procedimientos para el otorgamiento de las autorizaciones correspondientes.

ARTICULO 144.—Atendiendo a lo dispuesto por la presente Ley, la de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos y las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, la Secretaría coordinadamente con las Secretarías de Salud, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Comercio y Fomento Industrial participará en el examen de las tarifas arancelarias relativas a importación o exportación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas. No podrán otorgarse autorizaciones para la importación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas cuando su uso no esté permitido en el país en el que se hayan elaborado o fabricado.

La Secretaría promoverá ante las autoridades competentes el establecimiento de requisitos especiales para la fabricación en el país de dichas sustancias y productos, cuando su uso pueda causar desequilibrios ecológicos.

#### CAPITULO IV

##### *Actividades Consideradas como Riesgosas*

ARTICULO 145.—La Secretaría promoverá que en la determinación de los usos del suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente, tomándose en consideración:

I.—Las condiciones topográficas, meteorológicas y climatológicas de las zonas;

II.—Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos;

III.—Los impactos que tendría un posible evento extraordinario de la industria, comercio o servicio de que se trate, sobre los centros de población y sobre los recursos naturales;

IV.—La compatibilidad con otras actividades de las zonas;

V.—La infraestructura existente y necesaria para la atención de emergencias ecológicas, y

VI.—La infraestructura para la dotación de servicios básicos.

ARTICULO 146.—La Secretaría de Gobernación y la Secretaría, previa la opinión de las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y del Trabajo y Previsión Social, determinarán y publicarán en el *Diario Oficial* de la Federación los listados de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas, para efecto de lo establecido en la presente Ley.

ARTICULO 147.—La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevará a cabo en apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas técnicas de seguridad y operación que expidan, en forma coordinada, la Secretaría y las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud y del Trabajo y Previsión Social. Para tal fin, en aquellos establecimientos en los que se realicen actividades consideradas altamente riesgosas, deberán incorporarse los equipos e instalaciones que correspondan con arreglo a las normas técnicas que se expidan.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, elaborarán, actualizarán y, en los términos del reglamento correspondiente, someterán a la aprobación de la Secretaría y de las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

Cuando las actividades consideradas altamente riesgosas se realicen o vayan a realizarse en el Distrito Federal, el Departamento del Distrito Federal participará en el análisis y, en su caso, aprobación de los programas de prevención correspondientes.

ARTICULO 148.—Las entidades federativas y los municipios regularán la realización de actividades que no sean consideradas altamente riesgosas, cuando éstas afecten al equilibrio de los ecosistemas o al ambiente de la entidad federativa, en general, o del municipio correspondiente.

ARTICULO 149.—La regulación a que se refiere el artículo anterior corresponderá a los municipios, cuando en la realización de las actividades no consideradas altamente riesgosas se generen residuos que sean vertidos a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población o integrados a la basura; así como cuando se trate de actividades relacionadas con residuos no peligrosos generados en servicios públicos cuya regulación o manejo correspondan a los propios municipios o se relacionen con dichos servicios.

#### CAPITULO V

##### *Materiales y Residuos Peligrosos*

ARTICULO 150.—La Secretaría, previa la opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y la Secretaría de Gobernación, determinará y publicará en el *Diario Oficial* de la Federación los listados de materiales y residuos peligrosos para efecto de lo establecido en la presente Ley.

ARTICULO 151.—La instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, trans-

pe. , alojamiento, reúso, tratamiento reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos, requerirá de la autorización previa de la Secretaría.

ARTICULO 152.—Los materiales y residuos que se definan como peligrosos para el equilibrio ecológico deberán ser manejados con arreglo a las normas técnicas ecológicas y procedimientos que establezca la Secretaría, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, y de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

ARTICULO 153.—La importación o exportación de materiales o residuos peligrosos se sujetará a las restricciones que establezca el Ejecutivo Federal. En todo caso deberán observarse las siguientes disposiciones:

I.—Corresponderá a la Secretaría el control y la vigilancia ecológica de los materiales o residuos peligrosos importados o a exportarse, aplicando las medidas de seguridad que correspondan, sin perjuicio de lo que sobre este particular prevé la Ley Aduanera;

II.—Únicamente podrá autorizarse la importación de materiales o residuos peligrosos para su tratamiento, reciclaje o reúso, cuando su utilización sea conforme a las leyes, reglamentos y disposiciones vigentes;

III.—No podrá autorizarse la importación de materiales o residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final o simple depósito, almacenamiento o confinamiento en el territorio nacional o en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;

IV.—No podrá autorizarse el tránsito por territorio nacional de materiales peligrosos que no satisfagan las especificaciones de uso o consumo conforme a los que fueron elaborados, o cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos o restringidos en el país al que estuvieren destinados; ni podrá autorizarse dicho tránsito de residuos peligrosos, cuando tales materiales y residuos provengan del extranjero para ser destinados a un tercer país;

V.—El otorgamiento de autorizaciones para la exportación de materiales o residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final en el extranjero, quedará sujeto a que exista consentimiento expreso del país receptor;

VI.—Los materiales y residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación en los que se haya utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de irrotación temporal, inclusive los regulados en el artículo 85 de la Ley Aduanera, deberán ser retornados al país de procedencia dentro del plazo que para tal efecto determine la Secretaría;

VII.—El otorgamiento de autorizaciones por parte de la Secretaría para la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos quedará sujeto a

que se garantice debidamente el cumplimiento de lo que establezca la presente Ley y las demás disposiciones aplicables, así como la reparación de los daños y perjuicios que pudieran causarse tanto en el territorio nacional como en el extranjero, y

VIII.—En adición a lo que establezcan otras disposiciones aplicables, podrán revocarse las autorizaciones que se hubieren otorgado para la importación o exportación de materiales y residuos peligrosos, sin perjuicio de la imposición de la sanción o sanciones que corresponda, en los siguientes casos:

a) Cuando por causas supervenientes, se compruebe que los materiales o residuos peligrosos autorizados constituyen mayor riesgo para el equilibrio ecológico que el que se tuvo en cuenta para el otorgamiento de la autorización correspondiente;

b) Cuando la operación de importación o exportación no cumpla los requisitos fijados en la guía ecológica que expida la Secretaría;

c) Cuando los materiales o residuos peligrosos ya no posean los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados, y

d) Cuando se determine que la solicitud correspondiente contenga datos falsos o presentados de manera que se oculte información necesaria para la correcta apreciación de la solicitud.

## CAPITULO VI

### *Energía Nuclear*

ARTICULO 154.—La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con la participación que, en su caso, corresponda a la Secretaría de Salud, cuidarán que la exploración, explotación y beneficio de minerales radiactivos, el aprovechamiento de los combustibles nucleares, los usos de la energía nuclear, la industria nuclear y en general, las actividades relacionadas con la misma, se lleven a cabo en apego a normas de seguridad nuclear, radiológica y física de las instalaciones nucleares o radiactivas, de manera que se eviten riesgos a la salud humana y se asegure la preservación del equilibrio ecológico, correspondiendo a la Secretaría realizar la evaluación de impacto ambiental.

## CAPITULO VII

### *Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Luminica, Olores y Contaminación Visual*

ARTICULO 155.—Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y luminica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en las normas técnicas ecológicas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según

su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes, deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes.

**ARTICULO 156.**—Las normas técnicas ecológicas en materias objeto del presente capítulo, establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, luminica y olores y fijarán los límites de emisión.

La Secretaría de Salud realizará los análisis, estudios, investigaciones y vigilancia necesarios, con el objeto de localizar el origen o procedencia, naturaleza, grado, magnitud y frecuencia de las emisiones para determinar cuándo se producen daños a la salud.

La Secretaría en coordinación con organismos públicos o privados, nacionales o internacionales, integrará la información relacionada con este tipo de contaminación, así como de métodos y tecnología de control y tratamiento de la misma.

## TITULO QUINTO

### Participación Social

#### CAPITULO UNICO

**ARTICULO 157.**—El Gobierno Federal promoverá la participación y responsabilidad de la sociedad en la formulación de la política ecológica, la aplicación de sus instrumentos, en acciones de información y vigilancia, y en general, en las acciones ecológicas que emprenda.

**ARTICULO 158.**—Para los efectos del artículo anterior, la Secretaría:

I.—Convocará, en el ámbito del Sistema Nacional de Planeación Democrática, a representantes de las organizaciones obreras, empresariales, de campesinos y productores agropecuarios, de las comunidades, de instituciones educativas, de instituciones privadas no lucrativas y de otros representantes de la sociedad, para que manifiesten su opinión y propuestas;

II.—Celebrará convenios de concertación con organizaciones obreras para la protección del ambiente en los lugares de trabajo y unidades habitacionales; con organizaciones campesinas y comunidades rurales para el establecimiento, administración y manejo de áreas naturales protegidas, y para brindarles asesoría ecológica en las actividades relacionadas con el aprovechamiento racional de los recursos naturales; con organizaciones empresariales, en los casos previstos en esta Ley para la protección de éstas, con instituciones educativas y académicas,

cas, para la realización de estudios e investigaciones en la materia; con organizaciones civiles e instituciones privadas no lucrativas, para emprender acciones ecológicas conjuntas; así como con representaciones sociales y con particulares interesados en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

III.—Promoverá la celebración de convenios con los diversos medios de comunicación masiva para la difusión, información y promoción de acciones ecológicas. Para estos efectos se buscará la participación de artistas, intelectuales, científicos y, en general, de personalidades cuyos conocimientos y ejemplo contribuyan a formar y orientar a la opinión pública;

IV.—Promoverá el establecimiento de reconocimiento a los esfuerzos más destacados de la sociedad para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente, y

V.—Impulsará el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de la realización de acciones conjuntas con la comunidad para la preservación y mejoramiento del ambiente, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el correcto manejo de desechos. Para ello, la Secretaría podrá, en forma coordinada con los estados y municipios correspondientes, celebrar convenios de concertación con comunidades urbanas y rurales, así como con diversas organizaciones sociales.

**ARTICULO 159.**—La Secretaría propondrá a la Comisión Nacional de Ecología, la participación de representantes de los principales sectores de la sociedad, así como de organizaciones, instituciones y particulares con quienes hubiere celebrado convenios de concertación en los términos de esta Ley.

## TITULO SEXTO

### Medidas de Control y de Seguridad y Sanciones

#### CAPITULO I

##### *Observancia de la Ley*

**ARTICULO 160.**—Las disposiciones de este título se aplicarán en la realización de actos de inspección y vigilancia, ejecución de medidas de seguridad, determinación de infracciones administrativas y de comisión de delitos y sus sanciones, y procedimientos y recursos administrativos, cuando se trate de asuntos de competencia federal regulados por esta Ley, salvo que otras leyes regulen en forma específica dichas cuestiones, en relación con las materias de que trata este propio ordenamiento.

— Cuando se trate de asuntos de competencia local, los gobiernos de los estados o los ayuntamientos, aplicarán lo dispuesto en el presente título, en las leyes que expidan las legislaturas locales o, en su caso, en los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno que expidan los ayuntamientos.

## CAPITULO II

*Inspección y Vigilancia*

ARTICULO 161.—Las entidades federativas y los municipios podrán realizar actos de inspección y vigilancia, para la verificación del cumplimiento de esta Ley en asuntos del orden federal. Para tal fin, la Federación y las entidades federativas, y con la intervención de éstas, los municipios, celebrarán los acuerdos de coordinación pertinentes.

ARTICULO 162.—Las autoridades competentes podrán realizar, por conducto de personal debidamente autorizado, visitas de inspección, sin perjuicio de otras medidas previstas en las leyes que puedan llevar a cabo para verificar el cumplimiento de este ordenamiento.

Dicho personal, al realizar las visitas de inspección, deberá estar provisto del documento oficial que lo acredite como tal, así como de la orden escrita debidamente fundada y motivada, expedida por autoridad competente en la que se precisará el lugar o zona que habrá de inspeccionarse, el objeto de la diligencia y el alcance de ésta.

ARTICULO 163.—El personal autorizado, al iniciar la inspección se identificará debidamente con la persona con quien se entienda la diligencia, exhibirá el orden respectiva y le entregará copia de la misma, riéndola para que en el acto designe dos testigos. En caso de negativa o de que los designados no acepten fungir como testigos, el personal autorizado podrá designarlos, haciendo constar esta situación en el acta administrativa que al efecto se levante, sin que esta circunstancia invalide los efectos de la inspección.

ARTICULO 164.—En toda visita de inspección se levantará acta, en la que se harán constar en forma circunstanciada los hechos u omisiones que se hubiesen presentado durante la diligencia.

Concluida la inspección, se dará oportunidad a la persona con la que se entendió la diligencia para manifestar lo que a su derecho convenga, en relación con los hechos asentados en el acta.

A continuación se procederá a firmar el acta por la persona con quien se entendió la diligencia, por los testigos y por el personal autorizado, quien entregará copia del acta al interesado.

Si la persona con quien se entendió la diligencia o los testigos, se negaren a firmar el acta, o el interesado se negare a aceptar copia de la misma, dichas circunstancias se asentarán en ella, sin que esto afecte su validez y valor probatorio.

ARTICULO 165.—La persona con quien se entienda la diligencia estará obligada a permitir al personal autorizado el acceso al lugar o lugares sujetos a inspección en los términos previstos en la orden escrita, a que se hace referencia en el artículo 162 de esta Ley, así como a proporcionar toda clase de información que conduzca a la verificación del cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables, con excepción de lo relativo a derechos de propiedad industrial que sean confidenciales conforme a la Ley.

La información deberá mantenerse por la autoridad en absoluta reserva, si así lo solicita el interesado, salvo en casos de requerimiento judicial.

ARTICULO 166.—La autoridad competente podrá solicitar el auxilio de la fuerza pública para efectuar la visita de inspección, cuando alguna o algunas personas obstaculicen o se opongan a la práctica de la diligencia, independientemente de las sanciones a que haya lugar.

ARTICULO 167.—Recibida el acta de inspección por la autoridad ordenadora, requerirá al interesado, mediante notificación personal o por correo certificado con acuse de recibo, para que adopte de inmediato las medidas correctivas de urgente aplicación, fundando y motivando el requerimiento y para que, dentro del término de diez días hábiles a partir de que surta efectos dicha notificación manifieste por escrito lo que a su derecho convenga, en relación con el acta de inspección, y ofrezca pruebas en relación con los hechos u omisiones que en la misma se asienten.

ARTICULO 168.—Una vez oído al presunto infractor, recibidas y desahogadas las pruebas que ofreciere, o en caso de que el interesado no haya hecho uso del derecho que le concede el artículo anterior dentro del plazo mencionado, se procederá a dictar la resolución administrativa que corresponda, dentro de los treinta días hábiles siguientes, misma que se notificará al interesado, personalmente o por correo certificado.

ARTICULO 169.—En la resolución administrativa correspondiente, se señalarán o, en su caso, adicionarán las medidas que deberán llevarse a cabo para corregir las deficiencias o irregularidades observadas; el plazo otorgado al infractor para satisfacerlas y las sanciones a que se hubiere hecho acreedor conforme a las disposiciones aplicables.

Dentro de los cinco días hábiles que sigan al vencimiento del plazo otorgado al infractor para subsanar las deficiencias o irregularidades observadas, éste deberá comunicar por escrito y en forma detallada a la autoridad ordenadora, haber dado cumplimiento a las medidas ordenadas en los términos del requerimiento respectivo.

Cuando se trate de segunda o posterior inspección para verificar el cumplimiento de un requerimiento o requerimientos anteriores, y del acta correspondiente se desprenda que no se ha dado cumplimiento a las medidas previamente ordenadas, la autoridad competente podrá imponer la sanción o sanciones que procedan conforme al artículo 171 de esta Ley.

En los casos en que proceda, la autoridad federal hará del conocimiento del Ministerio Público la realización de actos u omisiones constatados que pudieran configurar uno o más delitos.

## CAPITULO III

*Medidas de Seguridad*

ARTICULO 170.—Cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico o casos de contaminación

En repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes, o la salud pública, la Secretaría como medida de seguridad, podrá ordenar el decomiso de materiales o sustancias contaminantes, la clausura temporal, parcial o total, de las fuentes contaminantes correspondientes, y promover la ejecución ante la autoridad competente, en los términos de las leyes relativas, de alguna o algunas de las medidas de seguridad que en dichos ordenamientos se establecen.

#### CAPITULO IV

##### *Sanciones Administrativas*

ARTICULO 171.—Las violaciones a los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y disposiciones que de ella emanen, constituyen infracción y serán sancionadas administrativamente por la Secretaría en asuntos de competencia de la Federación, no reservados expresamente a otra dependencia y, en los demás casos, por las autoridades de las entidades federativas y de los municipios, en el ámbito de sus competencias, y conforme a las disposiciones locales que se expidan, con una o más de las siguientes sanciones:

I.—Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción;

II.—Clausura temporal o definitiva, parcial o total, y

III.—Arresto administrativo hasta por 36 horas.

Si una vez vencido el plazo concedido por la autoridad para subsanar la o las infracciones que se hubieren cometido, resultare que dicha infracción o infracciones aún subsisten, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas exceda del monto máximo permitido, conforme a la fracción I de este artículo.

En el caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por dos veces del monto originalmente impuesto, sin exceder del doble del máximo permitido, así como la clausura definitiva.

ARTICULO 172.—Cuando la gravedad de la infracción lo amerite, la autoridad solicitará a quien los hubiere otorgado, la suspensión, revocación o cancelación de la concesión, permiso, licencia y en general de toda autorización otorgada para la realización de actividades comerciales, industriales o de servicios, o para el aprovechamiento de recursos naturales que haya dado lugar a la infracción.

ARTICULO 173.—Para la imposición de las sanciones por infracciones a esta Ley, se tomará en cuenta:

I.—La gravedad de la infracción, considerando principalmente el criterio de impacto en la salud pública y la generación de desequilibrios ecológicos;

II.—Las condiciones económicas del infractor, y

III.—La reincidencia, si la hubiere.

ARTICULO 174.—Cuando proceda como sanción la clausura temporal o definitiva, total o parcial, el personal comisionado para ejecutarla procederá a levantar acta detallada de la diligencia, siguiendo para ello los lineamientos generales establecidos para las inspecciones.

ARTICULO 175.—La Secretaría podrá promover ante las autoridades federales o locales competentes, con base en los estudios que haga para ese efecto, la limitación o suspensión de la instalación o funcionamiento de industrias, comercios, servicios, desarrollos urbanos o cualquier actividad que afecte o pueda afectar el ambiente o causar desequilibrio ecológico.

#### CAPITULO V

##### *Recurso de Inconformidad*

ARTICULO 176.—Las resoluciones dictadas con motivo de la aplicación de esta Ley, sus reglamentos y disposiciones que de ella emanen, podrán ser recurridas por los interesados en el término de quince días hábiles siguientes a la fecha de su notificación.

ARTICULO 177.—El recurso de inconformidad se interpondrá por escrito ante el titular de la unidad administrativa que hubiere dictado la resolución recurrida, personalmente o por correo certificado con acuse de recibo, en cuyo caso se tendrá como fecha de presentación la del día en que el escrito correspondiente se haya depositado en el servicio postal mexicano.

ARTICULO 178.—En el escrito en el que se interponga el recurso se señalará:

I.—El nombre y domicilio del recurrente y, en su caso, el de la persona que promueva en su nombre y representación, acreditando debidamente la personalidad con que comparece si ésta no se tenía justificada ante la autoridad que conozca del asunto;

II.—La fecha en que, bajo protesta de decir verdad, manifieste el recurrente que tuvo conocimiento de la resolución recurrida;

III.—El acto o resolución que se impugna;

IV.—Los agravios que, a juicio del recurrente, le cause la resolución o el acto impugnado;

V.—La mención de la autoridad que haya dictado la resolución u ordenado o ejecutado el acto;

VI.—Los documentos que el recurrente ofrezca como prueba, que tengan relación inmediata o directa con la resolución o acto impugnado y que por causas supervenientes no hubiere estado en posibilidad de ofrecer al oponer sus defensas en el escrito a que se refiere el artículo 164 de esta Ley. Dichos documentos deberán acompañarse al escrito a que se refiere el presente artículo;

VII.—Las pruebas que el recurrente ofrezca en relación con el acto o la resolución impugnado, acompañando los documentos que se relacionen con éste;

podrá ofrecerse como prueba la confesión de la autoridad, y

VIII.—La solución de suspensión del acto o resolución impugnado previa la comprobación de haber garantizado, en su caso, debidamente el interés fiscal.

ARTICULO 179.—Al recibir el recurso, la autoridad del conocimiento verificará si éste fue interpuesto en tiempo, admitiéndolo a trámite o rechazándolo.

Para el caso de que lo admita, decretará la suspensión si fuese procedente, y desahogará las pruebas que procedan en un plazo que no exceda de quince días hábiles contados a partir de la notificación del proveído de admisión.

ARTICULO 180.—La ejecución de la resolución impugnada se podrá suspender cuando se cumplan los siguientes requisitos:

I.—Lo solicite así el interesado;

II.—No se pueda seguir perjuicio al interés general;

III.—No se trate de infracciones reincidentes;

IV.—Que de ejecutarse la resolución, pueda causar daños de difícil reparación para el recurrente, y

V.—Se garantice el interés fiscal.

ARTICULO 181.—Transcurrido el término para desahogo de las pruebas, si las hubiere, se dictará resolución en la que se confirme, modifique o revoque la resolución recurrida o el acto combatido. Dicha resolución se notificará al interesado, personalmente o por correo certificado.

## CAPITULO VI

### *De los Delitos del Orden Federal*

ARTICULO 182.—Para proceder penalmente por los delitos previstos en este capítulo, será necesario que previamente la Secretaría formule la denuncia correspondiente, salvo que se trate de casos de flagrante delito.

ARTICULO 183.—Se impondrá pena de tres meses a seis años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 10,000 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, al que, sin contar con las autorizaciones respectivas o violando las normas de seguridad y operación aplicables a que se refiere el artículo 147 de esta Ley, realice, autorice u ordene la realización de actividades que conforme a este mismo ordenamiento se consideren como riesgosas, que ocasionen graves daños a la salud pública, la flora o la fauna o los ecosistemas.

Cuando las actividades consideradas como riesgosas, a que se refiere el párrafo anterior, se lleven a cabo en un centro de población, se podrá elevar la pena hasta tres años más de prisión y la multa hasta 20,000 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal.

ARTICULO 184.—Se impondrá pena de tres meses a seis años de prisión y multa por el equivalente de 1,000 a 20,000 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, al que sin autorización de la Secretaría o contraviniendo los términos en que ésta haya sido concedida, fabrique, elabore, transporte, distribuya, comercie, almacene, posea, use, reúse, recicle, recolecte, trate, deseche, descargue, disponga o en general realice actos con materiales o residuos peligrosos que ocasionen o puedan ocasionar graves daños a la salud pública, a los ecosistemas o sus elementos.

Igual pena se impondrá a quien contraviniendo los términos de la autorización que para el efecto hubiere otorgado la Secretaría, importe o exporte materiales o residuos peligrosos.

En los casos en que las conductas ilícitas a que se refiere el presente artículo, se relacionen con las sustancias tóxicas o peligrosas a que alude el artículo 456 de la Ley General de Salud, con inminente riesgo a la salud de las personas, se estará a lo dispuesto en dicha Ley.

ARTICULO 185.—Se impondrá pena de un mes a cinco años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 10,000 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, al que con violación a lo establecido en las disposiciones legales, reglamentarias y normas técnicas aplicables, despidiera, descargue en la atmósfera, o lo autorice o lo ordene, gases, humos y polvos que ocasionen o puedan ocasionar graves daños a la salud pública, la flora o la fauna o los ecosistemas.

ARTICULO 186.—Se impondrá pena de tres meses a cinco años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 10,000 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, al que sin autorización de la autoridad competente y en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias y normas técnicas aplicables, descargue, deposite o infiltre o lo autorice u ordene, aguas residuales, desechos o contaminantes en los suelos, aguas marinas, ríos, cuencas, vasos o demás depósitos o corrientes de agua de jurisdicción federal que ocasionen o puedan ocasionar graves daños a la salud pública, la flora o la fauna, o los ecosistemas.

Cuando se trate de aguas para ser entregadas en bloque a centros de población, la pena se podrá elevar hasta tres años más.

ARTICULO 187.—Se impondrá pena de un mes a cinco años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 10,000 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, a quien en contravención a las disposiciones legales aplicables y rebasando los límites fijados en las normas técnicas, genere emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica o luminica, en zonas de jurisdicción federal, que ocasionen graves daños a la salud pública, la flora o la fauna o los ecosistemas.

ARTICULO 188.—El Congreso de la Unión, en tratándose del Distrito Federal, y las legislaturas de los estados en lo relativo a su jurisdicción, expedirán

leyes que establezcan las sanciones penales y administrativas por violaciones a esta Ley, en las materias del orden local que regula. Las disposiciones locales que se expidan de acuerdo con la distribución de competencias previstas en este mismo ordenamiento, señalarán las sanciones por violaciones a las mismas. Los ayuntamientos regularán las sanciones administrativas por violaciones a los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno, que a su vez expidan en la esfera de su respectiva competencia.

## CAPITULO VII

### Denuncia Popular

**ARTICULO 189.**—Toda persona podrá denunciar ante la Secretaría, o ante otras autoridades federales o locales según su competencia, todo hecho, acto u omisión de competencia de la Federación, que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la presente Ley y de los demás ordenamientos que regulen materias relacionadas con la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Si en la localidad no existiere representación de la Secretaría, la denuncia se podrá formular ante la autoridad municipal o, a elección del denunciante, ante las oficinas más próximas de dicha representación.

Si la denuncia fuera presentada ante la autoridad municipal y resulta del orden federal, deberá ser remitida para su atención y trámite a la Secretaría.

**ARTICULO 190.**—La denuncia popular podrá ejercitarse por cualquier persona, bastando para darle curso, el señalamiento de los datos necesarios que permitan localizar la fuente, así como el nombre y domicilio del denunciante.

**ARTICULO 191.**—La Secretaría, una vez recibida la denuncia, procederá por los medios que resulten conducentes, a identificar al denunciante y, en su caso, hará saber la denuncia a la persona o personas a quienes se imputen los hechos denunciados o a quienes pueda afectar el resultado de la acción emprendida.

**ARTICULO 192.**—La Secretaría efectuará las diligencias necesarias para la comprobación de los hechos denunciados, así como para la evaluación correspondiente.

Si los hechos fueren de competencia local, hará llegar la denuncia ante la autoridad competente y promoverá ante la misma la ejecución de las medidas que resulten procedentes.

**ARTICULO 193.**—La Secretaría, a más tardar dentro de los quince días hábiles siguientes a la presentación de una denuncia, hará del conocimiento del denunciante el trámite que se haya dado a aquélla, y, dentro de los treinta días hábiles siguientes, el resultado de la verificación de los hechos y medidas impuestas.

**ARTICULO 194.**—Cuando por infracción a las disposiciones de esta Ley se hubieren ocasionado daños

o perjuicios, el o los interesados podrán solicitar a la Secretaría, la formulación de un dictamen técnico al respecto, el cual tendrá el valor de prueba, en caso de ser presentado en juicio.

## ARTICULOS TRANSITORIOS

**PRIMERO.**—Esta Ley entrará en vigor el día primero de marzo de mil novecientos ochenta y ocho.

**SEGUNDO.**—Se abroga la Ley Federal de Protección al Ambiente, de treinta de diciembre de mil novecientos ochenta y uno, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el once de enero de mil novecientos ochenta y dos, y se derogan las demás disposiciones legales en lo que se opongan a las de la presente Ley.

Hasta en tanto las legislaturas locales dicten las leyes, y los ayuntamientos las ordenanzas, reglamentos y bandos de policía y buen gobierno, para regular las materias que según las disposiciones de este ordenamiento son de competencia de estados y municipios, corresponderá a la Federación aplicar esta Ley en el ámbito local, coordinándose para ello con las autoridades estatales y, con su participación, con los municipios que corresponda, según el caso.

**TERCERO.**—Mientras se expiden las disposiciones reglamentarias de esta Ley, seguirán en vigor las que han regido hasta ahora, en lo que no la contravengan. Las referencias legales o reglamentarias a la Ley Federal de Protección al Ambiente, se entienden hechas en lo aplicable, a la presente Ley.

**CUARTO.**—Todos los procedimientos y recursos administrativos relacionados con las materias de esta Ley, que se hubieren iniciado bajo la vigencia de la Ley Federal de Protección al Ambiente, se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones de dicha Ley que se abroga.

*Diario Oficial de la Federación del 7 de junio de 1988*

## REGLAMENTO de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Presidencia de la República.

**MIGUEL DE LA MADRID H.**, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo fracción I, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 1º, 4º fracción I, 8º fracción IX, 9º Sección A, fracción XII, 15 fracción X, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 95, 104 y 154 de la Ley General del Equilibrio Ecológico, y la Protección al Ambiente, y



## CONSIDERANDO

Que la prevención y el control de los desequilibrios ecológicos y el deterioro del ambiente, son indispensables para preservar los recursos naturales de la Nación y asegurar el bienestar de la población;

Que la acción ecológica ha sido prioridad de esta Administración y constituye una de las principales demandas de la sociedad mexicana;

Que el 1º de marzo de 1988 entró en vigor la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el *Diario Oficial* de la Federación del 28 de enero de 1988, que entre otros objetos, define los principios de la política ecológica general y regula los instrumentos para su aplicación;

Que uno de los instrumentos más eficaces con que cuenta el Estado para la aplicación de la política general de ecología es la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades de carácter público o privado, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señaladas en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger el equilibrio ecológico y el ambiente;

Que es necesario establecer los mecanismos y procedimientos administrativos para asegurar la debida observancia de las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente conforme a las cuales habrá de llevarse a cabo la evaluación del impacto ambiental;

De conformidad a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el desarrollo del procedimiento para la presentación y evaluación de las manifestaciones de impacto ambiental corresponde al Ejecutivo Federal por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

## REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

### CAPITULO I

#### *Disposiciones Generales*

ARTICULO 1º—El presente ordenamiento es de observancia en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la materia de impacto ambiental.

ARTICULO 2º—La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del propio Ejecutivo Federal de conformidad con las disposiciones legales aplicables, y a las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, en la esfera de su competencia.

Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios podrán participar como auxi-

liares de la Federación en la aplicación del presente Reglamento para la atención de asuntos de competencia federal, en los términos de los instrumentos de coordinación correspondientes.

ARTICULO 3º—Para los efectos de este Reglamento se estará a las definiciones de conceptos que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las siguientes:

I.—Dictámenes generales de impacto ambiental en materia forestal: Conjunto de políticas y medidas que emite la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, con base en criterios y estudios técnicos y científicos, para mantener la relación de interdependencia entre los elementos naturales que se presentan en una región, ecosistema territorial definido o en el hábitat de una especie determinada, con el propósito de preservar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente, y que habrán de considerarse por las autoridades competentes, en la realización de estudios y el otorgamiento de permisos para llevar a cabo aprovechamientos forestales, cambio de uso de terrenos forestales, extracción de materiales de dichos terrenos y, en general, aquellas acciones que alteren la cubierta de suelos forestales, conforme al artículo 30 de la Ley;

II.—Estudio de riesgo: Documento mediante el cual se da a conocer, a partir del análisis de las acciones proyectadas para el desarrollo de una obra o actividad, los riesgos que dichas obras o actividades representen para el equilibrio ecológico o el ambiente, así como las medidas técnicas de seguridad, preventivas y correctivas, tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar los efectos adversos al equilibrio ecológico en caso de un posible accidente, durante la ejecución u operación normal de la obra o actividad de que se trate;

III.—Ley: La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

IV.—Medidas de prevención y mitigación: Conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad;

V.—Secretaría: La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, y;

VI.—Reglamento: El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental.

ARTICULO 4º—En materia de impacto ambiental, compete a la Secretaría:

I.—Autorizar la realización de las obras o actividades públicas o de particulares a que se refieren los artículos 5º y 36 del Reglamento;

II.—Emitir dictámenes generales de impacto ambiental en materia forestal por regiones, ecosistemas territoriales definidos o para especies vegetales determinadas, en los términos previstos por el artículo

10 de la Ley, para los efectos del artículo 50 de la Ley Forestal;

III.—Promover ante la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y las demás dependencias y autoridades competentes, la realización de estudios de impacto ambiental, previos al otorgamiento de autorizaciones para efectuar cambios de uso del suelo, cuando existan elementos que permitan prever grave deterioro, de conformidad con la norma técnica ecológica aplicable, de los suelos afectados y del equilibrio ecológico;

IV.—Solicitar a la Secretaría de Pesca la realización de estudios de impacto ambiental, previos al otorgamiento de concesiones, permisos y en general, autorizaciones para la realización de actividades pesqueras, cuando el aprovechamiento de las especies ponga en peligro su preservación o pueda causar desequilibrio ecológico;

V.—Establecer los procedimientos, de carácter administrativo, necesarios para la consulta pública de los expedientes de evaluación de impacto ambiental en asuntos de su competencia, en los casos y con las modalidades previstas en el Reglamento;

VI.—Tener a su cargo el registro de los prestadores de servicios que realicen estudios de impacto ambiental y determinar los requisitos y procedimientos de carácter técnico que éstos deberán satisfacer para su inscripción;

VII.—Expedir los instructivos necesarios para la adecuada observancia del Reglamento;

VIII.—Prestar asistencia técnica a los gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, cuando así lo soliciten, para la evaluación de manifestaciones de impacto ambiental;

IX.—Vigilar el cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y la observancia de las resoluciones y dictámenes previstos en el mismo, en la esfera de su competencia e imponer las sanciones y demás medidas de control y de seguridad necesarias, con arreglo a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y

X.—Las demás previstas en el Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

ARTICULO 5º.—Deberán contar con previa autorización de la Secretaría, en materia de impacto ambiental, las personas físicas o morales que pretendan realizar obras o actividades, públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente, así como cumplir los requisitos que se les impongan, tratándose de las materias atribuidas a la Federación por los artículos 5º y 29 de la Ley, particularmente las siguientes:

I.—Obra pública federal, como la definen la Ley de Obras Públicas y el Reglamento de la Ley de Obras Públicas, que se realice por administración directa o por contrato, con las siguientes excepciones:

a) Construcción, instalación y demolición de bienes inmuebles en áreas urbanas;

b) Conservación, reparación y mantenimiento de bienes inmuebles, y

c) Modificación de bienes inmuebles, cuando ésta pretenda llevarse a cabo en la superficie del terreno ocupada por la instalación o construcción de que se trate.

Las excepciones previstas en los incisos anteriores sólo tendrán efecto cuando para la realización de tales actividades, se cuente con el permiso, licencia o autorización necesaria que provenga de autoridad competente;

II.—Obras hidráulicas, con las siguientes excepciones:

a) Presas para riego y control de avenidas con capacidad menor de quinientos mil metros cúbicos;

b) Unidades hidroagrícolas menores de cien hectáreas;

c) Pozos (aislados);

d) Bordos;

e) Captación a partir de cuerpos de agua naturales, con la que se pretenda extraer hasta el diez por ciento del volumen anual;

f) Las que pretendan ocupar una superficie menor a cien hectáreas;

g) Las de rehabilitación, y

h) Cuando se trate de obras previstas en el título 56 fracción I de la Ley de Obras Públicas;

III.—Vías generales de comunicación, únicamente en los siguientes casos:

a) Puentes, escolleras, puertos, viaductos marítimos y rellenos para ganar terrenos al mar, actividades de dragado y bocas de intercomunicación lagunar marítimas;

b) Trazo y tendido de líneas ferroviarias, incluyendo puentes ferroviarios para atravesar cuerpos de agua;

c) Carreteras y puentes federales, y

d) Aeropuertos.

IV.—Oleoductos, gasoductos y carbo ductos;

V.—Industrias química, petroquímica, siderúrgica, papelera, azucarera, de bebidas, del cemento, automotriz y de generación y transmisión de electricidad;

VI.—Exploración, extracción, tratamiento y refinación de sustancias minerales y no minerales reservadas a la Federación, con excepción de las actividades de prospección gravimétrica, geológica superficial, geoelectrónica, magnetotélúrica de susceptibilidad magnética y densidad;

VII.—Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos;

VIII.—Desarrollos turísticos federales;

IX.—Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos radiactivos, con la participación que corresponda a la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal;

X.—Aprovechamientos forestales de bosques y selvas tropicales y especies de difícil regeneración, de conformidad con lo previsto en los artículos 28, 29 fracción VII, y 30 de la Ley;

XI.—Obras o actividades que por su naturaleza y complejidad requieran de la participación de la Federación, a petición de las autoridades estatales o municipales correspondientes;

XII.—Actividades consideradas altamente riesgosas, en los términos del artículo 146 de la Ley, y

XIII.—Cuando la obra o actividad que pretenda realizarse pueda afectar el equilibrio ecológico de dos o más entidades federativas o de otros países o zonas de jurisdicción internacional.

Las excepciones enunciadas en este artículo no tendrán efecto, si la obra o actividad se pretende desarrollar en áreas naturales protegidas de interés de la Federación, de las que se relacionan en el artículo 46 de la Ley o en zonas respecto de las cuales se hubieren expedido las declaratorias a que se refiere el artículo 105 de la Ley.

En las materias de competencia local que prevén los artículos 6º, 9º y 31 de la Ley, las autorizaciones en materia de impacto ambiental serán expedidas por las autoridades competentes de los Estados, los Municipios o del Distrito Federal, en los términos de la Ley, las leyes locales y los demás ordenamientos aplicables.

## CAPITULO II

### *Del procedimiento de evaluación del impacto ambiental*

ARTICULO 6º—Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 5º del Reglamento, el interesado, en forma previa a la realización de la obra o actividad de que se trate, deberá presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental.

En el caso de obras o actividades consideradas como altamente riesgosas, además de lo dispuesto en el párrafo anterior, deberá presentarse a la Secretaría un estudio de riesgo en los términos previstos por los ordenamientos que rijan dichas actividades.

ARTICULO 7º—Cuando quien pretenda realizar una obra o actividad de las que requieran autorización previa conforme a lo dispuesto por el artículo 5º del Reglamento, considere que el impacto ambiental de dicha obra o actividad no causará desequilibrio ecológico, ni rebasará los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente, antes de dar inicio a la obra o actividad de que se trate podrá presentar a la Secretaría un informe preventivo para los efectos que se indican en este artículo.

Una vez analizado el informe preventivo, la Secretaría comunicará al interesado si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad conforme a la que

deba formularse, y le informará de las normas técnicas ecológicas existentes, aplicables para la obra o actividad de que se trate.

ARTICULO 8º—El informe preventivo a que se refiere el artículo anterior se formulará conforme a los instructivos que para ese efecto expida la Secretaría, y deberá contener al menos, la siguiente información:

I.—Datos generales de quien pretenda realizar la obra o actividad proyectada o, en su caso, de quien hubiere ejecutado los proyectos o estudios previos correspondientes;

II.—Descripción de la obra o actividad proyectada, y

III.—Descripción de las sustancias o productos que vayan a emplearse en la ejecución de la obra o actividad proyectada, y los que en su caso vayan a obtenerse como resultado de dicha obra o actividad, incluyendo emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales y tipo de residuos y procedimientos para su disposición final.

De resultar insuficiente la información proporcionada, la Secretaría podrá requerir a los interesados la presentación de información complementaria.

ARTICULO 9º—Las manifestaciones de impacto ambiental se podrán presentar en las siguientes modalidades:

I.—General;

II.—Intermedia, o

III.—Específica.

En los casos del artículo 5º del Reglamento, el interesado en realizar la obra o actividad proyectada, deberá presentar una manifestación general de impacto ambiental.

La manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades intermedia o específica, se presentará a requerimiento de la Secretaría, cuando las características de la obra o actividad, su magnitud o considerable impacto en el ambiente, o las condiciones del sitio en que pretenda desarrollarse, hagan necesarias la presentación de diversa y más precisa información.

Los instructivos que al efecto formule la Secretaría, precisarán el contenido y los lineamientos para desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental, de acuerdo a la modalidad de que se trate.

ARTICULO 10.—La manifestación de impacto ambiental en su modalidad general deberá contener como mínimo la siguiente información en relación con el proyecto de obra o actividad de que se trate:

I.—Nombre, denominación o razón social, nacionalidad, domicilio y dirección de quien pretenda llevar a cabo la obra o actividad objeto de la manifestación;

II.—Descripción de la obra o actividad proyectada, desde la etapa de selección del sitio para la ejecución de la obra en el desarrollo de la actividad; la superficie de terreno requerido; el programa de construcción, montaje de instalaciones y operación correspondiente; el tipo de actividad, volúmenes de producción

previstos, e inversiones necesarias; la clase y cantidad de recursos naturales que habrán de aprovecharse, tanto en la etapa de construcción como en la operación de la obra o el desarrollo de la actividad; el programa para el manejo de residuos, tanto en la construcción y montaje como durante la operación o desarrollo de la actividad; y el programa para el abandono de las obras o el cese de las actividades;

III.—Aspectos generales del medio natural y socioeconómico del área donde pretenda desarrollarse la obra o actividad;

IV.—Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo en el área correspondiente;

V.—Identificación y descripción de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto o actividad, en sus distintas etapas, y

VI.—Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados en cada una de las etapas.

ARTICULO 11.—La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad intermedia, además de ampliar la información a que se refieren las fracciones II y III del artículo anterior, deberá contener la descripción del posible escenario ambiental modificado por la obra o actividad de que se trate, así como las adecuaciones que procedan a las medidas de prevención y mitigación propuestas en la manifestación general.

ARTICULO 12.—La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad específica, deberá contener como mínimo la siguiente información en relación con el proyecto de obra o actividad de que se trate:

I.—Descripción detallada y justificación de la obra o actividad proyectada, desde la etapa de selección del sitio, hasta la terminación de las obras o el cese de la actividad, ampliando la información a que se refiere la fracción II del artículo 10 del Reglamento;

II.—Descripción del escenario ambiental, con anterioridad a la ejecución del proyecto;

III.—Análisis y determinación de la calidad, actual y proyectada, de los factores ambientales en el entorno del sitio en que se pretende desarrollar la obra o actividad proyectada, en sus distintas etapas;

IV.—Identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto, en sus distintas etapas;

V.—Determinación del posible escenario ambiental resultante de la ejecución del proyecto, incluyendo las variaciones en la calidad de los factores ambientales, y

VI.—Descripción de las medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales adversos identificados en cada una de las etapas de la obra o actividad, y el programa de recuperación y restauración del área impactada, al concluir la vida útil de la obra o al término de la actividad correspondiente.

ARTICULO 13.—La Secretaría podrá requerir al interesado información adicional que complemente la comprendida en la manifestación de impacto ambiental, cuando ésta no se presente con el detalle que haga posible su evaluación.

Cuando así lo considere necesario, la Secretaría podrá solicitar además, los elementos técnicos que sirvieron de base para determinar tanto los impactos ambientales que generaría la obra o actividad de que se trate, como las medidas de prevención y mitigación previstas.

La Secretaría evaluará la manifestación de impacto ambiental cuando ésta se ajuste a lo previsto en el Reglamento y su formulación se sujete a lo que establezca el instructivo correspondiente.

ARTICULO 14.—La Secretaría evaluará la manifestación de impacto ambiental en su modalidad general, y en su caso la información complementaria requerida, y dentro de los 30 días hábiles siguientes a su presentación, o los siguientes 45 días hábiles, cuando requiera el dictamen técnico a que se refiere el artículo 19 del Reglamento:

I.—Dictará la resolución de evaluación correspondiente, o

II.—Requerirá la presentación de nueva manifestación de impacto ambiental en su modalidad intermedia o específica.

ARTICULO 15.—La Secretaría evaluará la manifestación de impacto ambiental en su modalidad intermedia o específica y en su caso la información complementaria requerida, y dentro de los 60 días hábiles siguientes, tratándose de la modalidad intermedia, o dentro de los siguientes 90 días hábiles, cuando se trate de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad específica:

I.—Dictará la resolución de evaluación correspondiente, o

II.—Requerirá la presentación de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad específica, cuando hubiere sido presentada una manifestación en su modalidad intermedia.

Los plazos para emitir la resolución a que se refiere este artículo, podrán ampliarse hasta en 30 días hábiles, cuando la Secretaría requiera el dictamen técnico a que se refiere el artículo 19 del Reglamento.

ARTICULO 16.—En la evaluación de toda manifestación de impacto ambiental, se considerarán entre otros, los siguientes elementos:

I.—El ordenamiento ecológico;

II.—Las declaratorias de áreas naturales protegidas;

III.—Los criterios ecológicos para la protección de la flora y la fauna silvestres y acuáticas; para el aprovechamiento racional de los elementos naturales y para la protección al ambiente;

IV.—La regulación ecológica de los asentamientos humanos, y

V.—Los reglamentos y normas técnicas ecológicas vigentes en las distintas materias que regula la Ley, y demás ordenamientos legales en la materia.

**ARTICULO 17.**—En la evaluación de manifestación de impacto ambiental de obras o actividades que pretendan desarrollarse en áreas naturales protegidas de interés de la Federación, se considerará además de lo dispuesto en el artículo anterior, lo siguiente:

I.—Lo que establezcan las disposiciones que regulen al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas;

II.—Las normas generales de manejo para áreas naturales protegidas;

III.—Lo establecido en el programa de manejo del área natural protegida correspondiente, y

IV.—Las normas técnicas ecológicas específicas, del área considerada.

**ARTICULO 18.**—En el caso de que las obras o actividades a que se refiere el artículo 5º del Reglamento pretendan desarrollarse en áreas naturales protegidas de interés de la Federación en los términos del artículo 46 de la Ley, el instructivo que al efecto expida la Secretaría determinará los estudios ecológicos sobre el hábitat, la flora y la fauna silvestres y acuáticas y otros elementos del ecosistema, que deberán considerarse para la formulación de la manifestación de impacto ambiental.

**ARTICULO 19.**—Para la evaluación de la manifestación de impacto ambiental de obras o actividades que por sus características hagan necesaria la intervención de otras dependencias o entidades de la Administración Pública Federal, la Secretaría podrá solicitar a éstas la formulación de un dictamen técnico al respecto.

**ARTICULO 20.**—Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental de la obra o actividad de que se trate, presentada en la modalidad que corresponda, la Secretaría formulará y comunicará a los interesados la resolución correspondiente, en la que podrá:

I.—Autorizar la realización de la obra o actividad en los términos y condiciones señalados en la manifestación correspondiente;

II.—Autorizar la realización de la obra o actividad proyectada, de manera condicionada a la modificación o relocalización del proyecto, o

III.—Negar dicha autorización.

En los casos de las fracciones I y II de este artículo, la Secretaría precisará la vigencia de las autorizaciones correspondientes. La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo dispuesto en la resolución respectiva. En uso de sus facultades de inspección y vigilancia la Secretaría podrá verificar, en cualquier momento, o la obra o actividad de que se trate, se esté realizando o se haya realizado de conformidad con lo que disponga la autorización respectiva, y de manera que se satisfagan los requisitos establecidos en los ordenamientos y normas técnicas ecológicas aplicables.

**ARTICULO 21.**—Todo interesado que desista de ejecutar una obra o realizar una actividad sometida a autorización en materia de impacto ambiental, deberá comunicarlo así en forma escrita a la Secretaría:

I.—Durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, previo al otorgamiento de la autorización correspondiente, o

II.—Al momento de suspender la realización de la obra o actividad, si ya se hubiere otorgado la autorización de impacto ambiental respectiva. En este caso, deberán adoptarse las medidas que determine la Secretaría, a efecto de que no se produzcan alteraciones nocivas al equilibrio ecológico o al ambiente.

**ARTICULO 22.**—Si con anterioridad a que se dicte la resolución a que se refiere el artículo 20 del Reglamento, se presentaren cambios o modificaciones en el proyecto descrito en la manifestación de impacto ambiental, el interesado lo comunicará así a la Secretaría, para que ésta determine si procede o no la formulación de una nueva manifestación de impacto ambiental, y en su caso la modalidad en que deba presentarse. La Secretaría comunicará dicha resolución a los interesados a partir de haber recibido el aviso de cambio o modificación de que se trate, dentro de un plazo de:

I.—Quince días hábiles en el caso de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad general;

II.—Treinta días hábiles, cuando la última manifestación de impacto ambiental presentada corresponda a la modalidad intermedia, o si fue requerido el dictamen técnico de otra dependencia o entidad a que se refiere el artículo 19 del Reglamento, y

III.—Cuarenta y cinco días hábiles cuando la última manifestación de impacto ambiental corresponda a la modalidad específica.

**ARTICULO 23.**—En los casos en que una vez otorgada la autorización de impacto ambiental a que se refiere el artículo 20 del Reglamento, por caso fortuito o fuerza mayor llegaren a presentarse causas supervenientes de impacto ambiental no previstas en las manifestaciones formuladas por los interesados, la Secretaría podrá en cualquier tiempo evaluar nuevamente la manifestación de impacto ambiental de que se trate. En tales casos la Secretaría requerirá al interesado la presentación de la información adicional que fuere necesaria para evaluar el impacto ambiental de la obra o actividad respectiva.

La Secretaría podrá revalidar la autorización otorgada, y modificarla, suspenderla o revocarla, si estuviere en riesgo el equilibrio ecológico o se produjeren afectaciones nocivas imprevistas en el ambiente.

En tanto la Secretaría dicte la resolución a que se refiere el párrafo anterior, previa audiencia que otorgue a los interesados, podrá ordenar la suspensión temporal, parcial o total, de la obra o actividad correspondiente, en los casos de peligro inminente de desequilibrio ecológico, o de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes o la salud pública.

ARTICULO 24.—Sin perjuicio de lo establecido en la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en materia nuclear, y en cumplimiento de lo que se previene en el artículo 154 de la Ley, la Secretaría realizará la evaluación de la manifestación del impacto ambiental de las obras o actividades relacionadas con la energía nuclear, que puedan causar desequilibrios ecológicos, o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente, excepto en los casos de usos no energéticos cuando se trate de utilización de material radiactivo con propósitos industriales, médicos, agrícolas o de investigación.

ARTICULO 25.—Quienes para la realización de las obras o actividades a que se refiere el artículo 5º del Reglamento, lleven a cabo por cuenta de terceros los proyectos o estudios previos necesarios, deberán prever en dichos proyectos o estudios, lo conducente, a efecto de que se dé cumplimiento a lo establecido en el Reglamento y en los demás ordenamientos y normas técnicas ecológicas para la protección al ambiente.

### CAPITULO III

#### *Del impacto ambiental de los aprovechamientos forestales*

ARTICULO 26.—La Secretaría emitirá dictámenes generales de impacto ambiental en materia forestal en los términos del artículo 30 de la Ley, y los dará a conocer a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la que proveerá a su aplicación mediante los medios legales de que disponga para asegurar la observancia de las políticas y medidas que en los mismos se precisen, y los considerará en el otorgamiento de permisos y autorizaciones de aprovechamiento forestal, cambio de uso de terrenos forestales, extracción de materiales de dichos terrenos y en general, aquellas acciones que alteren la cubierta de los suelos forestales.

En los permisos y autorizaciones a que se refiere el párrafo anterior, deberán señalarse expresamente las medidas derivadas del dictamen general de impacto ambiental en materia forestal que resulten aplicables.

ARTICULO 27.—Los dictámenes generales de impacto ambiental sobre aprovechamiento forestal, cambio de usos de terrenos forestales o extracción de materiales de dichos terrenos, se emitirán por regiones, ecosistemas territoriales definidos, o por especies vegetales determinadas.

ARTICULO 28.—Los dictámenes generales de impacto ambiental en materia forestal deberán fundamentarse en los criterios y estudios técnicos y científicos que para el efecto formule la Secretaría y en los criterios que, en su caso, hubiese aportado o en los estudios que hubiese realizado la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, con arreglo a la legislación forestal y los demás ordenamientos que de ella se deriven, sobre la región, ecosistema o

especie vegetal que se determine. Los dictámenes generales de impacto ambiental en materia forestal precisarán las medidas de prevención, mejoramiento, preservación, restauración y control que procedan para la región, ecosistema o especie de que se trate, así como la vigencia de las mismas.

ARTICULO 29.—La Secretaría emitirá restricciones de protección ecológica para el aprovechamiento de los recursos forestales. Dichas restricciones se harán del conocimiento de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la que proveerá a su aplicación mediante los medios legales a su alcance, necesarios para asegurar la observancia de las limitaciones que sobre aprovechamientos forestales en las propias restricciones de protección ecológica se precisen.

ARTICULO 30.—Las restricciones de protección ecológica a que se refiere el artículo anterior se emitirán por la Secretaría tomando en consideración los estudios que elabore y los que se incorporen a los dictámenes generales de impacto ambiental que en su caso formule.

Dichas restricciones se darán a conocer a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en atención a los avisos de acción preliminar que se presenten ante la Secretaría los interesados en obtener permisos o autorización para aprovechamientos forestales.

ARTICULO 31.—Recibidos los avisos de acción preliminar que le presenten los interesados en obtener permisos forestales de aprovechamientos persistentes, para productos no maderables, o para aprovechamientos especiales o únicos, y satisfechos los requerimientos adicionales de información que en su caso la Secretaría hubiere formulado, dicha Secretaría procederá a la evaluación correspondiente.

En un plazo no mayor de 30 días a partir de la presentación del aviso preliminar de que se trate, o a partir de que le sea presentada la información complementaria requerida, la Secretaría dará a conocer al interesado las restricciones de protección ecológica aplicables al aprovechamiento forestal de que se trate, de acuerdo a los estudios que formule y los que se incorporen a los dictámenes generales de impacto ambiental que en su caso emita.

Las restricciones de protección ecológica comunicadas por la Secretaría conforme al párrafo que antecede, serán incorporadas por los interesados en el Programa de Manejo Integral Forestal o en los estudios técnicos justificados que presenten ante las autoridades correspondientes para la obtención de los permisos forestales de aprovechamiento de que se trate. Si transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría no hubiere comunicado las restricciones ecológicas aplicables, se entenderá que los aprovechamientos forestales descritos en el aviso de acción preliminar podrán llevarse a cabo previo permiso de la autoridad forestal competente, siempre y cuando los interesados apliquen las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que se hubieren incluido en el aviso de acción preliminar respectivo, conforme a lo que esta-

la fracción VI del artículo 32 del Reglamento. En las restricciones de protección ecológica se establecerán las limitaciones con arreglo a las cuales puedan llevarse a cabo los aprovechamientos forestales de manera que se haga un uso racional de esos recursos, se eviten alteraciones graves al equilibrio ecológico y no se causen daños al ambiente.

Los permisos y en general las autorizaciones de aprovechamiento forestal deberán expresar las normas técnicas y las restricciones de protección ecológica que rijan los aprovechamientos y la protección ecológica.

ARTICULO 32.—Los avisos de acción preliminar deberán contener como mínimo la siguiente información:

I.—Datos generales de identificación del interesado;

II.—Descripción del aprovechamiento proyectado;

III.—Estudio dasonómico y socioeconómico del área donde pretenda realizarse el aprovechamiento de que se trate;

IV.—Identificación y descripción de los impactos ambientales que ocasionaría el aprovechamiento forestal correspondiente, en sus distintas etapas;

V.—Descripción del posible escenario ambiental modificado;

—Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados en cada una de las etapas, y

VII.—El Programa de recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales.

ARTICULO 33.—Cuando los avisos de acción preliminar correspondan a permisos de aprovechamiento forestal de bosques y selvas tropicales y especies de difícil regeneración, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental en su modalidad general respecto de dicho aprovechamiento, en los términos previstos en el artículo 10 del Reglamento, adicionándole la información que para aprovechamientos forestales se precisa en el artículo 32 del propio Ordenamiento.

La Secretaría podrá requerir a los interesados la presentación de información complementaria, cuando la proporcionada no fuere suficiente para llevar a cabo la evaluación correspondiente.

ARTICULO 34.—Recibida la manifestación de impacto ambiental a que se refiere el artículo anterior y, en su caso, la información complementaria que hubiese requerido, la Secretaría procederá a su evaluación y dentro de los treinta días hábiles siguientes:

I.—Dictará la resolución de evaluación correspondiente, o

—Requerirá la presentación de nueva manifestación de impacto ambiental en su modalidad intermedia o específica.

Para la presentación y evaluación de la manifestación de impacto ambiental a que se refiere este

artículo, serán aplicables en lo conducente las disposiciones contenidas en el capítulo II del Reglamento.

ARTICULO 35.—No podrán autorizarse aprovechamientos forestales de bosques y selvas tropicales, ni de especies forestales de difícil regeneración, sin la previa autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, otorgada en los términos de las disposiciones precedentes.

La Secretaría, considerando la opinión de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, determinará los bosques y selvas tropicales y las especies forestales de difícil regeneración que habrán de considerarse para efectos de lo establecido en este capítulo.

#### CAPITULO IV

##### *Del impacto ambiental en áreas naturales protegidas de interés de la Federación*

ARTICULO 36.—Deberán contar con autorización previa de la Secretaría en materia de impacto ambiental las personas, físicas o morales, que con fines de naturaleza económica pretendan realizar actividades de exploración, explotación o aprovechamiento de recursos naturales, o de repoblamiento, traslocación, recuperación, trasplante o siembra de especies de flora o fauna, silvestres o acuáticas, en áreas naturales protegidas de interés de la Federación comprendidas en las fracciones I a VII del artículo 46 de la Ley, cuando conforme a las declaraciones respectivas corresponda a la Secretaría coordinar o llevar a cabo la conservación, administración, desarrollo y vigilancia de las áreas de que se trate.

ARTICULO 37.—Los interesados en obtener la autorización a que se refiere el artículo anterior, en forma previa a la realización de la actividad de que se trate, presentarán a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental. Dicha manifestación se formulará de acuerdo a los instructivos que al efecto expida la Secretaría, conforme a lo previsto en el artículo 18 del Reglamento.

ARTICULO 38.—La Secretaría evaluará la manifestación de impacto ambiental, y dentro de los sesenta días hábiles siguientes a su presentación, emitirá la resolución correspondiente conforme a lo dispuesto por el artículo 20 del Reglamento y para los efectos que en la misma disposición se prevén.

#### CAPITULO V

##### *De la consulta a los expedientes*

ARTICULO 39.—Presentada una manifestación de impacto ambiental de competencia federal y satisfechos los requerimientos de información que en su caso se hubiesen formulado, se publicará en la "Gaceta Ecológica" un aviso respecto de la presentación de la manifestación de que se trate. Los derechos que procedan por dicha publicación serán cubiertos previamente por quienes hayan solicitado la evaluación de impacto ambiental correspondiente.

Una vez integrada la documentación a que se refiere el párrafo anterior y hecha la publicación mencionada, cualquier persona podrá consultar el expediente correspondiente. Para efectos de lo dispuesto en este artículo, se entenderá por expediente la documentación consistente en la manifestación de impacto ambiental de que se trate, la información adicional que en su caso se hubiere presentado y la resolución de la Secretaría en la que comunique la evaluación respectiva.

La manifestación de impacto ambiental y sus anexos o ampliación de información se presentarán ante la Secretaría en original y tres copias. La copia para consulta del público contendrá únicamente la información que podrá ser consultada en los términos del artículo 33 de la Ley, manteniendo en reserva la información que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial o intereses lícitos mercantiles. A solicitud del interesado dicha copia deberá ostentar en lugar visible la leyenda: "Para consulta del público".

La Secretaría podrá requerir al interesado justifique la existencia de los derechos de propiedad industrial o intereses lícitos mercantiles invocados para mantener en reserva información que haya sido integrada al expediente.

**ARTICULO 40.**—La consulta de los expedientes podrá realizarse previa identificación del interesado, en horas y días hábiles, en el local que para dicho efecto establezca la unidad administrativa de la Secretaría que tenga a su cargo la atribución de evaluar la manifestación de impacto ambiental.

**ARTICULO 41.**—Cualquier persona que considere que en la realización de obras o actividades que se estén llevando a cabo se excedan los límites y condiciones establecidos en los reglamentos y normas técnicas ecológicas emitidas para la protección del ambiente, podrá solicitar a la Secretaría, en materias de su competencia, que considere la procedencia de requerir a quienes lleven a cabo dicha obra o actividad, la presentación de una manifestación de impacto ambiental respecto de tales obras o actividades.

En la solicitud se incluirán los datos de identificación del solicitante, así como la información que permita localizar el lugar en que se está ejecutando la obra o realizando la actividad respectiva, e identificar a quien la lleve cabo.

**ARTICULO 42.**—Recibida la solicitud a que se refiere el artículo anterior, y calificada ésta como procedente por la Secretaría, esta última identificará al denunciante y, en su caso, hará tal solicitud del conocimiento de la persona o personas a quienes se imputen los hechos denunciados, y las requerirá para que en un plazo no mayor de quince días hábiles a partir de la notificación correspondiente manifiesten lo que a su derecho convenga en relación a la solicitud formulada, así como si son ciertos los hechos que en la misma se describan. La Secretaría podrá llevar a cabo las verificaciones que procedan, y requerir a quienes realicen las obras o actividades denunciadas para que presenten un informe al respecto. Copia de los requerimientos se remitirá al

denunciante, quien a partir de ese momento podrá consultar el expediente.

La Secretaría analizará la contestación y, en su caso, el informe que se prevé en el párrafo anterior y en un plazo no mayor de treinta días hábiles, comunicará a la persona requerida si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad y el plazo en que deba presentarse. En tanto la Secretaría comunique dicha resolución, previa audiencia de los interesados podrá ordenar como medida de seguridad, la suspensión de la ejecución de la obra o actividad denunciada, cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico, casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes, o la salud pública o afectaciones graves al ambiente, independientemente de las sanciones administrativas que en su caso procedan, en los términos del Reglamento.

## CAPITULO VI

### *Del registro de los prestadores de servicios consistentes en la realización de estudios de impacto ambiental*

**ARTICULO 43.**—La Secretaría establecerá un registro nacional al que deberán inscribirse los prestadores de servicios que realicen estudios de impacto ambiental.

Los interesados en inscribirse en el registro a que se refiere el párrafo anterior presentarán ante la Secretaría una solicitud con la información y documentos siguientes:

I.—Nombre, nacionalidad y domicilio del solicitante;

II.—Los documentos que acrediten la experiencia y capacidad técnica del interesado para la realización de estudios de impacto ambiental, y

III.—Los demás documentos e información que en su caso requiera la Secretaría.

La Secretaría podrá practicar las investigaciones necesarias para verificar la capacidad y aptitud de los prestadores de servicios para realizar las manifestaciones de impacto ambiental que establecen la Ley y el Reglamento.

**ARTICULO 44.**—Recibida la solicitud a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría, en un plazo que no excederá de quince días hábiles contados a partir de la fecha en que se presente la solicitud, resolverá sobre la inscripción en el registro del prestador de servicios de que se trate.

**ARTICULO 45.**—La Secretaría podrá cancelar el registro de los prestadores de servicios que realicen estudios de impacto ambiental por cualesquiera de las siguientes causas:

I.—Por haber proporcionado información falsa o notoriamente incorrecta para su inscripción en el registro nacional de prestadores de servicios en materia de impacto ambiental;



II.—Por incluir información falsa o incorrecta en los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que realicen;

III.—Por presentar de tal manera la información de las manifestaciones o estudios de impacto ambiental que realicen, que se induzca a la autoridad competente a error o a incorrecta apreciación en la evaluación correspondiente, y

IV.—Por haber perdido la capacidad técnica que dio origen a su inscripción.

ARTICULO 46.—Se requerirá que el prestador de servicios esté inscrito en el registro nacional correspondiente para que la Secretaría reconozca validez y evalúe los estudios y manifestaciones de impacto ambiental que formulen.

## CAPITULO VII

### *Medidas de control y de seguridad y sanciones*

ARTICULO 47.—Las infracciones de carácter administrativo a los preceptos de la Ley y el Reglamento, serán sancionadas por la Secretaría en asuntos de competencia federal conforme a lo que establece el Reglamento, con una o más de las siguientes sanciones:

I.—Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción;

II.—Clausura temporal o definitiva, parcial o total;

III.—Suspensión o revocación de la autorización en materia de impacto ambiental, otorgada para la realización de una obra o actividad de las previstas en los artículos 5º y 36 del Reglamento, y

IV.—Arresto administrativo hasta por treinta y seis horas.

Si una vez impuestas las sanciones a que se refieren los párrafos anteriores, y vencido el plazo, en su caso, concedido para subsanar la o las infracciones cometidas, resultare que dicha infracción o infracciones aún subsistieran, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas que en estos casos se impongan, excedan de veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción.

En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por dos veces el monto originalmente impuesto, sin exceder del doble del máximo permitido.

En los casos en que el infractor solucionare la causa que dio origen al desequilibrio ecológico o deterioro al ambiente, la Secretaría podrá modificar o revocar la sanción impuesta.

ARTICULO 48.—La Secretaría podrá realizar los trabajos de inspección y vigilancia necesarios para verificar la debida observancia del Reglamento, así como de las restricciones de protección ecológica o las medidas derivadas de dictámenes generales de impacto ambiental que hubiere emitido, y que se encon-

traren vigentes en las áreas o zonas en donde se lleven a cabo aprovechamientos forestales. Para los efectos establecidos en este artículo, la Secretaría estará a lo que dispongan los ordenamientos contenidos en el Título Sexto de la Ley.

ARTICULO 49.—Cuando por cualquier causa no se lleve a cabo una obra o actividad en los términos de la autorización otorgada en materia de impacto ambiental, la Secretaría ordenará o solicitará en su caso y para los efectos del artículo 172 de la Ley, la suspensión de la ejecución de la obra o de la realización de la actividad de que se trate, y procederá a evaluar las causas y consecuencias del incumplimiento a fin de, en su caso, imponer las sanciones administrativas que correspondan, sin perjuicio de otras acciones legales que procedan.

ARTICULO 50.—El incumplimiento de las restricciones de protección ecológica emitidas por la Secretaría, y que se hubieren incorporado a los permisos de aprovechamiento forestal correspondientes, se sancionará en los términos de la Ley Forestal y su Reglamento, con la suspensión o revocación del permiso de que se trate, que llevará a cabo la autoridad forestal competente a solicitud de la Secretaría.

ARTICULO 51.—Las infracciones en asuntos de competencia de las entidades federativas y de los municipios, serán sancionadas administrativamente por las autoridades estatales, municipales o del Distrito Federal dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales, conforme a lo dispuesto por los ordenamientos locales aplicables.

## ARTICULOS TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.—El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente al de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

ARTICULO SEGUNDO.—Los procedimientos y recursos administrativos que estuvieren en curso al entrar en vigor el Reglamento, se continuarán conforme a las disposiciones que les dieron origen.

ARTICULO TERCERO.—Hasta en tanto la Secretaría expida los instructivos a que se refiere el presente Reglamento, los interesados en llevar a cabo procedimientos conforme al mismo, presentarán por escrito además de la información que en este ordenamiento se señale la que en su oportunidad les requiera la Secretaría.

ARTICULO CUARTO.—Cuando se estén llevando a cabo aprovechamientos forestales de bosques y selvas tropicales y especies forestales de difícil regeneración, en los que a juicio de la Secretaría exista un riesgo inminente de daños a los ecosistemas conforme a lo previsto por la fracción VII del artículo 29 de la Ley, dicha Secretaría requerirá a los titulares de los permisos o autorizaciones de aprovechamiento de que se trate, para que en un plazo no mayor de quince días hábiles a partir de la fecha en que surta efectos la notificación correspondiente, le

presenten una manifestación de impacto ambiental en su modalidad general respecto del aprovechamiento correspondiente.

Presentada la manifestación de impacto ambiental y, en su caso, satisfechos los requerimientos de información que hubiere formulado, la Secretaría procederá a la evaluación correspondiente. En la resolución que formule, identificará y evaluará los impactos ambientales adversos que en forma inminente se vayan a ocasionar y señalará las medidas preventivas y correctivas que deban llevarse a cabo para evitar tales impactos, pudiendo solicitar ante las autoridades forestales competentes la revocación, modificación o suspensión del permiso de aprovechamiento de que se trate.

**ARTICULO QUINTO.**—En los casos de obras o actividades que se estén realizando al momento de iniciarse la vigencia del presente ordenamiento, siempre que se trate de las comprendidas en el artículo 5º del Reglamento y que produzcan desequilibrios ecológicos o rebasen los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas técnicas ecológicas emitidos para proteger al ambiente, la Secretaría podrá requerir a quienes pertenezcan o las lleven a cabo, para que presenten una manifestación de impacto ambiental en su modalidad general, dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles a partir de la notificación del requerimiento respectivo.

Presentada la manifestación de impacto ambiental y, en su caso, satisfechos los requerimientos de información que hubiere efectuado, la Secretaría procederá a la evaluación correspondiente. En la resolución que formule, identificará y evaluará los impactos ambientales adversos que se ocasionen y señalará las medidas preventivas y correctivas que deban llevarse a cabo para reducir y abatir tales impactos.

**ARTICULO SEXTO.**—Hasta en tanto las legislaturas locales dicten las leyes y, en su caso, los ayuntamientos las ordenanzas, reglamentos y bandos de policía y buen gobierno, para regular el impacto ambiental respecto de obras o actividades que conforme a la Ley son de competencia de Estados y Municipios, corresponderá a la Federación aplicar el Reglamento en el ámbito local, coordinándose para ello con las autoridades estatales y, con su participación, con los municipios que corresponda, según el caso.

Dada en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los seis días del mes de junio de mil novecientos ochenta y ocho.—*Miguel de la Madrid H.*—Rúbrica.—El Secretario de Energía, Minas e Industria Paraestatal, *Fernando Hiriart Balderrama.*—Rúbrica.—El Secretario de Agricultura y Recursos Hidráulicos, *Eduardo Pesqueira Olea.*—Rúbrica.—El Secretario de Comunicaciones y Transportes, *Daniel Díaz Díaz.*—Rúbrica.—El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, *Manuel Camacho Solís.*—Rúbrica.—El Secretario de la Reforma Agraria, *Rafael Rodríguez Barrera.*—Rúbrica.—El Secretario de Turismo, *Antonio Enriquez Savignac.*—Rúbrica.—El Secretario de Pesca, *Pedro Ojeda Paullada.*—Rúbrica.

*Diario Oficial de la Federación del 25 de noviembre de 1988*

**REGLAMENTO de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Presidencia de la República.

**MIGUEL DE LA MADRID II.**, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89 fracción I de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 1º, 4º fracción I, 5º fracciones III, IV, VII y XIV, 8º fracciones II, III, VII, XII, XIII y XV, 10, 15 fracciones I, II, III, IV, V, VII, X y XII, 22, 36, 37, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 171, 172, 173, 174 y 175 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, he tenido a bien expedir el siguiente:

**REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE PREVEN Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DE LA ATMOSFERA.**

**CAPITULO I**

*Disposiciones generales*

**ARTICULO 1º.**—El presente Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

**ARTICULO 2º.**—Las atribuciones que en esta materia tiene el Estado y que son objeto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, serán ejercidas de manera concurrente por la Federación, las Entidades Federativas y los Municipios.

**ARTICULO 3º.**—Son asuntos de competencia Federal, por tener alcance general en la nación o ser de interés de la Federación, en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, los que señala el artículo 5º de la Ley y en especial los siguientes:

I.—La formulación de los criterios ecológicos generales;

II.—Los que por su naturaleza y complejidad requieran de la participación de la Federación;

III.—Las acciones que se realicen en la materia, en bienes y zonas de jurisdicción federal;

V.—Los originados en otros países, que afecten el equilibrio ecológico dentro del territorio nacional o las zonas sobre las que la nación ejerce derecho de soberanía y jurisdicción;

VI.—Los originados dentro del territorio nacional o las zonas sobre las que la nación ejerce derechos de soberanía y jurisdicción, que afecten el equilibrio ecológico de otros países;

VII.—Los que afecten el equilibrio ecológico de dos o más Entidades Federativas, y

VIII.—La protección de la atmósfera en zonas o en casos de fuentes emisoras de jurisdicción federal.

**ARTICULO 4º**—Compete a las Entidades Federativas y Municipios, en el ámbito de sus circunscripciones territoriales y conforme a la distribución de atribuciones que se establezca en las leyes locales, los asuntos señalados en el artículo 6º de la Ley y en especial:

I.—La formulación de los criterios ecológicos particulares en cada Entidad Federativa, que guarden congruencia con los que en su caso hubiere formulado la Federación, en las materias a que se refiere el presente artículo;

II.—La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción de las Entidades Federativas y de los Municipios, salvo cuando se reservan a asuntos reservados a la Federación por la Ley u otros ordenamientos aplicables;

III.—La prevención y el control de la contaminación de la atmósfera generada en zonas o por fuentes emisoras de Jurisdicción estatal o municipal, y

IV.—La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transporte locales.

**ARTICULO 5º**—La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del propio Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, y a las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios en la esfera de su competencia.

Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán participar como auxiliares de la Federación, en la aplicación del presente Reglamento, para la atención de asuntos de competencia federal, en los términos de los instrumentos de coordinación correspondientes.

**ARTICULO 6º**—Para los efectos de este Reglamento se estará a las definiciones que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las siguientes:

**Emisión:** La descarga directa o indirecta a la atmósfera de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o de energía.

**Fuente nueva:** Es aquella en la que se instale por primera vez un proceso o se modifiquen los existentes.

**Fuente fija:** Es toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

**Fuente móvil:** Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinarias no fijos con motores de combustión y similares, que con motivo de su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

**Fuente múltiple:** Aquella fuente fija que tiene dos o más ductos o chimeneas por las que se descargan las emisiones a la atmósfera, provenientes de un solo proceso.

**Inmisión:** La presencia de contaminantes en la atmósfera, a nivel de piso.

**Ley:** La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

**Plataforma y puertos de muestreo:** Instalaciones para realizar el muestreo de gases o partículas en ductos o chimeneas.

**Reglamento:** El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

**Secretaría:** Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

**Verificación:** Medición de las emisiones de gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, provenientes de vehículos automotores.

**Zona crítica:** Aquella en la que por sus condiciones topográficas y meteorológicas se dificulte la dispersión o se registren altas concentraciones de contaminantes a la atmósfera.

**ARTICULO 7º**—Compete a la Secretaría:

I.—Formular los criterios ecológicos generales que deberán observarse en la prevención y control de la contaminación de la atmósfera, sin perjuicio de los de carácter particular que se formulen en cada Entidad Federativa, por las autoridades locales competentes;

II.—Expedir las normas técnicas ecológicas, en las materias objeto del Reglamento, con las dependencias que correspondan, en los términos de la Ley del propio Reglamento;

III.—Expedir las normas técnicas ecológicas que deberán incorporarse a las normas oficiales mexicanas que en su caso se establezcan para productos utilizados como combustibles o energéticos;

IV.—Expedir las normas técnicas ecológicas para la certificación por la autoridad competente, de los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes determinadas;

V.—Determinar en coordinación con las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal y de Comercio y Fomento Industrial la aplicación de métodos, procedimientos, partes, componentes y equipos

que reduzcan las emisiones de contaminantes a la atmósfera, generados por los vehículos automotores;

VI.—Emitir dictamen técnico sobre los sistemas de monitoreo de la calidad del aire a cargo de los Estados y Municipios;

VII.—Vigilar que en las zonas y en las fuentes de jurisdicción federal se cumplan las disposiciones del Reglamento y se observen las normas técnicas ecológicas aplicables;

VIII.—Convenir y, en su caso, requerir la instalación de equipos de control de emisiones contaminantes a la atmósfera con quienes realicen actividades contaminantes en zonas conurbadas ubicadas en dos o más entidades federativas, y cuando se trate de bienes o zonas de jurisdicción federal;

IX.—Fomentar y promover ante las autoridades competentes el uso de métodos, procedimientos, partes, componentes y equipos que reduzcan la generación de contaminantes a la atmósfera;

X.—Establecer los procedimientos a los que deberán sujetarse los centros de verificación obligatoria de los vehículos de transporte público federal autorizados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes;

XI.—Promover en coordinación con las autoridades competentes la instalación de industrias que utilicen tecnologías y combustibles que generen menor contaminación a la atmósfera, en zonas que se hubiesen determinado aptas para uso industrial, próximas a áreas habitacionales.

XII.—Promover ante las autoridades competentes que en la determinación de usos del suelo que definan los programas de desarrollo urbano respectivos, se considere la compatibilidad de la actividad industrial con otras actividades productivas y se tomen en cuenta las condiciones topográficas, y meteorológicas, para asegurar la adecuada dispersión de contaminantes atmosféricos;

XIII.—Promover en coordinación con los Gobiernos de los Estados y Municipios, el establecimiento de sistemas de verificación del parque vehicular;

XIV.—Propiciar el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de los medios de comunicación masiva y promover la participación social para la prevención y control de la contaminación a la atmósfera;

XV.—Prestar asistencia técnica a los gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, cuando así lo soliciten, para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera generada en zonas o por fuentes de jurisdicción local;

XVI.—Dictaminar sobre el otorgamiento de estímulos fiscales en los casos previstos por el artículo 12 del Reglamento;

XVII.—Promover ante las autoridades de educación competentes, la incorporación de contenidos ecológicos en los ciclos educativos, así como el desarrollo de planes y programas para la formación de especialistas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica;

XVIII.—Promover el desarrollo de investigación sobre las causas y efectos de los fenómenos ambientales, así como el desarrollo de técnicas y procedimientos tendientes a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera;

XIX.—Promover la incorporación de contenidos ecológicos en los programas de las Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene;

XX.—Promover ante las autoridades competentes el desarrollo de programas de capacitación y adiestramiento en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica en los centros de trabajo;

XXI.—Expedir los instructivos, formatos y manuales necesarios para el cumplimiento del Reglamento;

XXII.—Vigilar el cumplimiento de los procedimientos de verificación, así como de las normas técnicas ecológicas previstas en el Reglamento, y

XXIII.—Las demás que le confiere el Reglamento y otras disposiciones legales aplicables.

ARTICULO 8º—Sin perjuicio de lo que establezcan otras disposiciones legales aplicables, compete a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes:

I.—Autorizar el establecimiento de centros de verificación obligatoria de los vehículos del transporte público federal;

II.—Establecer el programa para la verificación de los vehículos del transporte público federal;

III.—Llevar el registro de los centros de verificación obligatoria de los vehículos del transporte público federal;

IV.—Determinar las tarifas que regirán en la prestación de los servicios de verificación obligatoria que lleven a cabo los centros autorizados en los términos del Reglamento, y

V.—Expedir las calcomanías de baja emisión previstas en el Reglamento.

ARTICULO 9º—En el Distrito Federal la Secretaría ejercerá las atribuciones a que se refiere el artículo 3º del Reglamento y el Departamento del Distrito Federal ejercerá las que se prevén para las autoridades locales, sin perjuicio de las que competen a la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, ajustándose a las siguientes disposiciones especiales:

A) Corresponde a la Secretaría:

I.—Prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera generada en el Distrito Federal por fuentes fijas que no funcionen como establecimientos mercantiles y espectáculos públicos, y

II.—Establecer y operar los sistemas de monitoreo de la contaminación atmosférica en el Distrito Federal.

B) Corresponde al Departamento del Distrito Federal:

I.—Prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera generada en el Distrito Federal por fuentes

fijas que funcionen como establecimientos mercantiles y espectáculos públicos;

II.—Operar la red regional de laboratorios de análisis de la contaminación atmosférica;

III.—Determinar los criterios ecológicos que serán incorporados en los programas de desarrollo urbano y demás instrumentos aplicables en esta materia;

IV.—Participar, en el ámbito de su competencia, en la formulación y ejecución de los programas especiales que establezca la Federación para la restauración del equilibrio ecológico, en aquellas zonas y áreas del Distrito Federal que presenten graves desequilibrios;

V.—Vigilar la observancia de las declaratorias que expida el Ejecutivo Federal para regular las actividades que generen contaminación atmosférica en las zonas y áreas del Distrito Federal que presentan graves desequilibrios ecológicos;

VI.—Observar las normas técnicas ecológicas en la prestación de los servicios públicos de alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transportes locales, y

VII.—Inspeccionar, vigilar e imponer sanciones en los asuntos de su competencia.

ARTICULO 10.—Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.

ARTICULO 11.—Para los efectos del Reglamento se consideran:

I.—Zonas de Jurisdicción Federal, las señaladas en las disposiciones aplicables y, en especial, las siguientes:

- a) Los sitios ocupados por todas las instalaciones de las terminales de transporte público federal, terrestre, aéreo y acuático;
- b) Los parques industriales localizados en bienes del dominio público de la Federación, en los términos de la Ley General de Bienes Nacionales, y
- c) La zona Federal marítimo-terrestre.

II.—Fuentes de Jurisdicción Federal:

a) Las instalaciones, obras o actividades industriales, comerciales y de servicios que realicen las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en los términos de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal;

b) La industria del asbesto, así como la prevista en la fracción III del artículo 29 de la Ley;

La industria que se localice en la zona conurbada del Distrito Federal;

d) Las obras o actividades localizadas en un Estado, cuyas emisiones a la atmósfera contaminen o afecten el equilibrio ecológico de otro u otros Estados, cuando así lo determine la Secretaría o lo soli-

cite a la Federación el Estado afectado por las emisiones contaminantes a la atmósfera;

e) Las obras o actividades localizadas en el territorio nacional que puedan afectar el equilibrio ecológico de otros países;

f) Los vehículos automotores hasta en tanto no salgan de la planta de producción;

g) El transporte público federal, y

h) Aquellas que por su naturaleza y complejidad requieran la intervención federal.

ARTICULO 12.—Se consideran prioritarias para el otorgamiento de estímulos fiscales las actividades relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Para el otorgamiento de dichos estímulos, las autoridades competentes considerarán a quienes:

I.—Adquieran, instalen y operen equipos para el control de emisiones de contaminantes a la atmósfera;

II.—Fabriquen, instalen o proporcionen mantenimiento a equipos de filtrado, combustión, control y en general, de tratamiento de emisiones que contaminen la atmósfera;

III.—Realicen investigaciones de tecnología cuya aplicación disminuya la generación de emisiones contaminantes a la atmósfera, y

IV.—Ubiquen y relocalicen sus instalaciones para evitar emisiones contaminantes a la atmósfera en zonas urbanas.

ARTICULO 13.—Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I.—La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y

II.—Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

ARTICULO 14.—La Secretaría, previos los estudios correspondientes, promoverá ante las autoridades competentes la reubicación de las fuentes fijas, cuando las condiciones topográficas y meteorológicas del sitio en el que se ubican, dificulten la adecuada dispersión de contaminantes a la atmósfera, cuando la calidad del aire así lo requiera, o cuando las características de los contaminantes constituyan un riesgo inminente de desequilibrio ecológico.

ARTICULO 15.—La Secretaría podrá promover ante las autoridades federales o locales competentes, con base en los estudios que haga para ese efecto, la limitación o suspensión de la instalación o funcionamiento de industrias, comercios, servicios, desarrollos urbanos o cualquier actividad que afecte o pueda afectar el ambiente o causar desequilibrio ecológico.

## CAPITULO II

*De la emisión de contaminantes a la atmósfera, generada por fuentes fijas*

ARTICULO 16.—Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Asimismo, y tomando en cuenta la diversidad de tecnologías que presentan las fuentes, podrán establecerse en la norma técnica ecológica diferentes valores al determinar los niveles máximos permisibles de emisión o inmisión, para un mismo contaminante o para una misma fuente, según se trate de:

- I.—Fuentes existentes;
- II.—Nuevas fuentes, y
- III.—Fuentes localizadas en zonas críticas.

La Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, y previos los estudios correspondientes, determinará en la norma técnica ecológica respectiva, las zonas que deben considerarse críticas.

ARTICULO 17.—Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, por las que se emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera estarán obligados a:

I.—Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes;

II.—Integrar un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, en el formato que determine la Secretaría;

III.—Instalar plataformas y puertos de muestreo;

IV.—Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la Secretaría y remitir a ésta los registros, cuando así los solicite;

V.—Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate se localice en zonas urbanas o suburbanas, cuando colinde con áreas naturales protegidas, y cuando por sus características de operación o por sus materias primas, productos y subproductos, puedan causar grave deterioro a los ecosistemas, a juicio de la Secretaría;

VI.—Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control;

VII.—Dar aviso anticipado a la Secretaría del inicio de operación de sus procesos, en el caso de paros programados, y de inmediato en el caso de que éstos sean circunstanciales, si ellos pueden provocar contaminación;

VIII.—Dar aviso inmediato a la Secretaría en el caso de falla del equipo de control, para que ésta determine lo conducente, si la falla puede provocar contaminación, y

IX.—Las demás que establezcan la Ley y el Reglamento.

ARTICULO 18.—Sin perjuicio de las autorizaciones que expidan otras autoridades competentes, las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, requerirán licencia de funcionamiento expedida por la Secretaría, la que tendrá una vigencia indefinida.

ARTICULO 19.—Para obtener la licencia de funcionamiento a que se refiere el artículo anterior, los responsables de las fuentes, deberán presentar a la Secretaría, solicitud por escrito acompañada de la siguiente información y documentación:

- I.—Datos generales del solicitante;
- II.—Ubicación;
- III.—Descripción del proceso;
- IV.—Distribución de maquinaria y equipo;
- V.—Materias primas o combustibles que se utilicen en su proceso y forma de almacenamiento;
- VI.—Transporte de materias primas o combustibles al área de proceso;
- VII.—Transformación de materias primas o combustibles;
- VIII.—Productos, subproductos y desechos que vayan a generarse;
- IX.—Almacenamiento, transporte y distribución de productos y subproductos;
- X.—Cantidad y naturaleza de los contaminantes a la atmósfera esperados;
- XI.—Equipos para el control de la contaminación a la atmósfera que vayan a utilizarse, y
- XII.—Programa de contingencias, que contenga las medidas y acciones que se llevarán a cabo cuando las condiciones meteorológicas de la región sean desfavorables, o cuando se presenten emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas extraordinarias no controladas.

La información a que se refiere este artículo deberá presentarse en el formato que determine la Secretaría, quien podrá requerir la información adicional que considere necesaria y verificar en cualquier momento, la veracidad de la misma.

ARTICULO 20.—Una vez recibida la información a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría otorgará o negará la licencia de funcionamiento correspondiente, dentro de un plazo de 30 días hábiles contados a partir de la fecha en que se cuente con toda la información requerida.

En el caso de otorgarse la licencia, en ésta se precisará:

I.—La periodicidad con que deberá remitirse a la Secretaría el inventario de sus emisiones;

II.—La periodicidad con que deberá llevarse a cabo la medición y el monitoreo a que se refieren las fracciones IV y V del artículo 17;

III.—Las medidas y acciones que deberán llevarse a cabo en el caso de una contingencia, y

IV.—El equipo y aquellas otras condiciones que la Secretaría determine, para prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera.

La Secretaría podrá fijar en la licencia de funcionamiento, niveles máximos de emisión específicos para aquellas fuentes fijas que por sus características especiales de construcción o por las peculiaridades en los procesos que comprenden no puedan encuadrarse dentro de las normas técnicas ecológicas que establezcan niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera.

ARTICULO 21.—Una vez otorgada la licencia de funcionamiento, el responsable de la fuente fija deberá remitir a la Secretaría, en el mes de febrero de cada año y en el formato que ésta determine una cédula de operación que contenga la información y documentación prevista en el artículo 19 del Reglamento.

ARTICULO 22.—La Secretaría podrá modificar con base en la información contenida en la cédula de operación a que se refiere el artículo anterior, los niveles máximos de emisión específicos que hubiere fijado en los términos del artículo 20, cuando:

I.—La zona en la que se ubique la fuente se convierta en una zona crítica;

II.—Existan tecnologías de control de contaminantes a la atmósfera más eficientes, y

III.—Existan modificaciones en los procesos de producción empleados por la fuente.

ARTICULO 23.—Las emisiones de contaminantes atmosféricos que se generen por las fuentes fijas de jurisdicción federal, deberán canalizarse a través de ductos o chimeneas de descarga.

Cuando por razones de índole técnica no pueda cumplirse con lo dispuesto por este artículo, el responsable de la fuente deberá presentar a la Secretaría un estudio justificativo para que ésta determine lo conducente.

ARTICULO 24.—Los ductos o chimeneas a que se refiere el artículo anterior, deberán tener la altura efectiva necesaria, de acuerdo con la norma técnica ecológica correspondiente, para dispersar las emisiones contaminantes.

ARTICULO 25.—Las mediciones de las emisiones contaminantes a la atmósfera se llevarán a cabo conforme a los procedimientos de muestreo y cuantificación establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas o, en su caso, en las normas técnicas ecológicas correspondientes. Para evaluar la emisión total de contaminantes atmosféricos de una fuente múltiple,

se deberán sumar las emisiones individuales de las chimeneas existentes.

ARTICULO 26.—Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, deberán conservar en condiciones de seguridad las plataformas y puertos de muestreo y mantener calibrados los equipos de medición, de acuerdo con el procedimiento previsto en la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

ARTICULO 27.—Sólo se permitirá la combustión a cielo abierto en zonas de jurisdicción federal, cuando se efectúe con permiso de la Secretaría para adiestrar y capacitar al personal encargado del combate de incendios.

Para obtener el permiso a que se refiere el párrafo anterior, el interesado deberá presentar a la Secretaría solicitud por escrito, cuando menos con 10 días hábiles de anterioridad a la fecha en que se tenga programado el evento, con la siguiente información y documentación:

I.—Croquis de localización del predio, indicando el lugar preciso en el que se efectuarán las combustiones, así como las construcciones y colindancias más próximas y las condiciones de seguridad que imperan en el lugar;

II.—Programa calendarizado, en el que se precise la fecha y horarios en los que tendrán lugar las combustiones, y

III.—Tipos y cantidades de combustible que se incinerará.

La Secretaría podrá suspender de manera temporal o definitiva el permiso a que se refiere este artículo, cuando se presente alguna contingencia ambiental en la zona.

### CAPITULO III

#### *De la emisión de contaminantes a la atmósfera generada por fuentes móviles*

ARTICULO 28.—Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

ARTICULO 29.—Los fabricantes de vehículos automotores deberán aplicar los métodos, procedimientos, partes, componentes y equipos que aseguren que no se rebasaran los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera que establezcan las normas técnicas ecológicas correspondientes.

La certificación de los niveles máximos permisibles de emisión deberá sujetarse a los procedimientos y

varse a cabo con los equipos que determinen las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 30.**—La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, de acuerdo con sus facultades, únicamente autorizará la fabricación y ensamble de vehículos automotores que no rebasen los niveles máximos de emisión de contaminantes a la atmósfera previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, deberá verificar que el procedimiento de certificación de emisiones contaminantes a la atmósfera se ajuste a lo dispuesto en las normas técnicas ecológicas aplicables.

**ARTICULO 31.**—Los concesionarios del servicio de transporte público federal, deberán tomar las medidas necesarias, para asegurar que las emisiones de sus vehículos no rebasaran los niveles máximos de emisión de contaminantes a la atmósfera, que establezcan las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 32.**—Para efecto de lo dispuesto en el artículo anterior, los propietarios de los vehículos destinados al transporte público federal terrestre, deberán someter a verificación sus vehículos en el periodo y en el centro de verificación que correspondan, conforme al programa que formule la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Asimismo, deberán cubrir los productos que por este concepto establezca la legislación aplicable.

**ARTICULO 33.**—El programa a que se refiere el artículo anterior será publicado en el *Diario Oficial* de la Federación, en la "Gaceta SEDUE" y en los órganos oficiales locales, en el mes de enero de cada año.

**ARTICULO 34.**—Los centros de verificación expedirán una constancia sobre los resultados de la verificación del vehículo. Dicha constancia deberá contener la siguiente información:

I.—Fecha de verificación;

II.—Identificación del centro de verificación obligatoria y de la persona que efectuó la verificación;

III.—Número de registro y de motor, tipo, marca y año modelo del vehículo, y nombre y domicilio del propietario;

IV.—Identificación de las normas técnicas ecológicas aplicadas en la verificación;

V.—Declaración en la que se indique que las emisiones a la atmósfera del vehículo rebasan o no los niveles máximos permisibles previstos en las normas técnicas ecológicas aplicables, y

VI.—Las demás que se determinen en el programa de verificación.

Cuando la constancia a que se refiere este artículo establezca que el vehículo de que se trate, no rebasa los niveles máximos permisibles previstos en las normas técnicas ecológicas aplicables, el original de

dicha constancia deberá ser conservado por el propietario del vehículo. Copia de la misma deberá presentarse ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, junto con los documentos necesarios para efectuar el trámite de revalidación de vigencia de la matrícula vehicular.

**ARTICULO 35.**—Cuando del resultado de la verificación en los centros autorizados, se determine en la constancia correspondiente que los vehículos del transporte público federal terrestre, rebasan los niveles máximos de emisión de contaminantes a la atmósfera establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes, los propietarios deberán efectuar las reparaciones que procedan.

Una vez efectuada la reparación de los vehículos, éstos deberán someterse a una nueva verificación en alguno de los centros de verificación autorizados.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes únicamente revalidará la vigencia de la matrícula vehicular, cuando exista constancia expedida por un centro autorizado, en la que se determine que el vehículo de que se trate no rebasa los niveles máximos permisibles previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 36.**—La Secretaría podrá promover ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la suspensión o, en su caso, la cancelación del permiso para circular por las vías generales de comunicación de aquellos vehículos de transporte público federal terrestre que, de manera reincidente, violen las disposiciones del Reglamento y las normas técnicas ecológicas, independientemente de que se apliquen las sanciones que procedan.

**ARTICULO 37.**—Los interesados en obtener autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para establecer y operar centros de verificación obligatoria de los vehículos de transporte público federal terrestre, deberán presentar a dicha dependencia solicitud por escrito con la siguiente información y documentación:

I.—Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;

II.—Los documentos que acrediten su capacidad técnica y económica para realizar la verificación;

III.—Ubicación y superficie de terreno destinada a realizar el servicio, considerando el espacio mínimo necesario para llevarlo a efecto en forma adecuada, sin que se provoquen problemas de vialidad;

IV.—Infraestructura y equipo que se empleará para llevar a cabo la verificación;

V.—Descripción del procedimiento de verificación, y

VI.—Las demás que sean requeridos por la Secretaría.

**ARTICULO 38.**—Presentada la solicitud, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, procederá a su análisis y evaluación. Dentro de un plazo no mayor de 60 días naturales a partir de la fecha en que



re recibido dicha solicitud, notificará la resolución en la que otorgue o niegue la autorización correspondiente.

Dentro del plazo a que se refiere el párrafo anterior la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, podrá promover ante la Secretaría la formulación de un dictamen técnico al respecto, el cual deberá ser expedido en un plazo no mayor de 30 días naturales a partir de recibida la promoción. Si transcurrido el plazo la Secretaría no hubiese emitido dictamen expreso, se entenderá otorgado en sentido aprobatorio.

El dictamen podrá determinar si el proyecto cumple con los requerimientos técnicos, si es necesaria su modificación para la satisfacción de dichos requerimientos o si el proyecto no puede autorizarse por no satisfacer la normatividad aplicable.

Otorgada la autorización para establecer, equipar y operar un centro de verificación, se notificará al interesado, quien deberá estar en aptitud de iniciar la operación dentro del plazo señalado en la propia autorización, el cual no podrá ser menor de 30 días naturales prorrogables a partir de su notificación.

Si transcurrido el plazo señalado, no se hubiere iniciado la operación del centro de verificación de que se trate, la autorización otorgada quedará sin efectos.

La autorización para operar los centros de verificación a que se refiere este Reglamento establecerá el período de su vigencia, transcurrido el cual podrá ser revalidada previa solicitud de los interesados, cuando en su caso, satisficieren los requisitos previstos en el otorgamiento de toda autorización.

**ARTICULO 39.**—Los centros de verificación vehicular autorizados, deberán:

I.—Operar conforme a los procedimientos de verificación que establezca la Secretaría, y

II.—Mantener sus instalaciones y equipos en un estado de funcionamiento que garantice la adecuada prestación de sus servicios.

**ARTICULO 40.**—El personal que tenga a su cargo la verificación en los centros autorizados, deberá contar con la capacitación técnica necesaria para el cabal cumplimiento de sus funciones.

#### CAPITULO IV

##### *Del Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire*

**ARTICULO 41.**—La Secretaría establecerá y mantendrá actualizado un Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire. Este sistema se integrará con los datos que resulten de:

I.—El monitoreo atmosférico que lleven a cabo las autoridades competentes en el Distrito Federal, así como en los Estados y Municipios, y

—Los inventarios de las fuentes de contaminación de jurisdicción federal y local, así como de sus emisiones.

**ARTICULO 42.**—La Secretaría establecerá y operará el Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire

en el Distrito Federal y zona conurbada, y mantendrá un registro permanente de las concentraciones de contaminantes a la atmósfera que éste reporte.

Las autoridades competentes en la zona conurbada del Distrito Federal auxiliarán a la Secretaría en la operación del sistema de monitoreo en sus circunscripciones territoriales, en los términos de los instrumentos de coordinación que al efecto se celebraren.

Por su parte, la Secretaría prestará el apoyo técnico que requieran los Estados y Municipios para establecer y operar sus Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire.

**ARTICULO 43.**—El establecimiento y operación de los Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire, deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto expida la Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana.

**ARTICULO 44.**—La Secretaría, mediante acuerdos de coordinación, promoverá ante los Estados y Municipios, la incorporación de sus sistemas de monitoreo, así como de sus inventarios de zonas y fuentes de jurisdicción local, al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire.

Asimismo, promoverá ante el Departamento del Distrito Federal, la incorporación de sus inventarios de zonas y fuentes, a dicho Sistema Nacional.

**ARTICULO 45.**—La Secretaría elaborará y mantendrá actualizado el Inventario de Fuentes de Jurisdicción Federal, así como de sus emisiones, con el propósito de contar con un banco de datos que le permita formular las estrategias necesarias para el control de la contaminación atmosférica.

Este inventario se integrará con la información que se presente en los términos del artículo 18 del Reglamento.

#### CAPITULO V

##### *De las medidas de control y de seguridad y sanciones*

**ARTICULO 46.**—Las infracciones de carácter administrativo a los preceptos de la Ley y del Reglamento serán sancionadas por la Secretaría en asuntos de competencia federal, conforme a lo que establece el Reglamento, con una o más de las siguientes sanciones:

I.—Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, en el momento de imponer la sanción;

II.—Clausura temporal o definitiva, parcial o total, y

III.—Arresto administrativo hasta por treinta y seis horas.

Las sanciones a que se refiere este artículo, se aplicarán sin perjuicio de las sanciones penales que procedan.

**ARTICULO 47.**—Sin perjuicio de otras sanciones que se impongan conforme a lo dispuesto en este Re-

amento, procederá la revocación de la autorización para establecer y operar centros de verificación obligatoria de los vehículos del transporte público federal terrestre, en los siguientes casos:

I.—Cuando las verificaciones no se realicen conforme a las normas técnicas ecológicas aplicables, o en los términos de la autorización otorgada;

II.—Cuando en forma dolosa o negligente se alteren los procedimientos de verificación establecidos por la Secretaría;

III.—Cuando se alteren las tarifas autorizadas, y

IV.—Cuando quien preste los servicios de verificación, deje de tener la capacidad o las condiciones técnicas necesarias para la debida prestación de este servicio.

ARTICULO 48.—Si una vez impuestas las sanciones a que se refieren los artículos anteriores y vencido el plazo en su caso concedido para subsanar la o las infracciones cometidas, resultare que dicha infracción o infracciones aún subsistieran, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato sin que el total de las multas que en estos casos que se impongan, exceda de veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción.

En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por dos veces el monto originalmente impuesto, sin exceder del doble del máximo permitido.

En los casos en que el infractor solucionare la causa que dio origen al desequilibrio ecológico o deterioro al ambiente, la Secretaría podrá modificar o revocar la sanción impuesta.

ARTICULO 49.—La Secretaría podrá realizar los actos de inspección y vigilancia necesarios para verificar la debida observancia del Reglamento. Para los efectos establecidos en este artículo, la Secretaría estará a lo que dispongan los ordenamientos contenidos en el Título Sexto de la Ley.

ARTICULO 50.—Las infracciones en asuntos de competencia de las Entidades Federativas y de los Municipios, serán sancionadas administrativamente por las autoridades estatales, municipales o del Distrito Federal, dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales, conforme a lo dispuesto por los ordenamientos locales aplicables.

ARTICULO 51.—Cuando por infracción a las disposiciones de la Ley y del Reglamento en materia de contaminación a la atmósfera se hubieren ocasionado daños o perjuicios, el o los interesados podrán solicitar a la Secretaría la formulación de un dictamen técnico al respecto.

ARTICULO 52.—Toda persona podrá denunciar ante la Secretaría, o ante otras autoridades federales o locales según su competencia, todo hecho, acto u omisión de competencia de la Federación, que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la Ley y del Reglamento en materia de contaminación atmosférica.

## TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.—El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

ARTICULO SEGUNDO.—Se abroga el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por la Emisión de Humos y Polvos, del 8 de septiembre de 1971, publicado en el *Diario Oficial* de la Federación del 17 de septiembre de 1971, y se derogan las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por el presente Reglamento.

ARTICULO TERCERO.—Las personas físicas o morales, públicas o privadas que a la fecha de entrada en vigor del presente ordenamiento, operen o administren bajo cualquier título jurídico alguna de las fuentes de jurisdicción federal o de las fuentes ubicadas en zonas de jurisdicción federal a que se refiere este Reglamento, contarán con un plazo de 90 días naturales para presentar los documentos y cumplir con las obligaciones exigidas en el mismo, salvo cuando las mismas obligaciones hubieren sido ya satisfechas en cumplimiento de las disposiciones que se derogan.

ARTICULO CUARTO.—Los procedimientos y cursos administrativos que estuvieren en curso al entrar en vigor el Reglamento, se continuarán conforme a las disposiciones que les dieron origen.

ARTICULO QUINTO.—Hasta en tanto la Secretaría expida formatos, instructivos y manuales a los que se refiere el Reglamento, los interesados en llevar a cabo procedimientos conforme al mismo, presentarán por escrito además de la información que en este ordenamiento se señale la que en su oportunidad les requiera la Secretaría.

ARTICULO SEXTO.—Hasta en tanto las legislaturas locales dicten las leyes y, en su caso, los Ayuntamientos las ordenanzas, reglamentos y bandos de policía y buen gobierno, para prevenir y controlar la contaminación atmosférica en asuntos que conforme a la Ley son de competencia de Estados y Municipios, corresponderá a la Federación aplicar el Reglamento en el ámbito local, coordinándose para ello con las autoridades estatales y, con su participación con los Municipios que correspondan, según el caso.

En el caso del Distrito Federal, corresponderá al Departamento del Distrito Federal aplicar el Reglamento en asuntos de competencia local.

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintitrés días del mes de noviembre de mil novecientos ochenta y ocho.—*Miguel de la Madrid H.*—Rúbrica. El Secretario de Comercio y Fomento Industrial *Héctor Hernández Cervantes.*—Rúbrica.—El Secretario de Comunicaciones y Transportes, *Daniel Díaz.*—Rúbrica.—El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, *Gabino Fraja Mouret.*—Rúbrica.—El Secretario de Salud, *Guillermo Soberón Acevedo.*—Rúbrica.—El Jefe del Departamento del Distrito Federal, *Ramón Aguirre Velázquez.*—Rúbrica.

*Diario Oficial de la Federación del 25 de noviembre de 1988*

### **REGLAMENTO de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Presidencia de la República.

**MIGUEL DE LA MADRID**, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89 fracción I de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 4º fracción I, 5º fracciones V, VI y XIX, 8º fracciones II, III, VII y XI, 15, 22, 36, 37, 134, 135 fracción III, 136, 139, 142, 150, 151, 152, 153, 171, 172, 173, 174 y 175 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, he tenido a bien expedir el siguiente:

### **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

#### **CAPITULO I**

##### *Disposiciones generales*

**ARTICULO 1º**—El presente Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a residuos peligrosos.

**ARTICULO 2º**—La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del propio Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán participar como auxiliares de la Federación en la aplicación del presente Reglamento, en los términos de los instrumentos de coordinación correspondientes.

**ARTICULO 3º**—Para efectos de este Reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

**Almacenamiento:** Acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos.

**Confinamiento controlado:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos, que garantice su aislamiento definitivo.

**Confinamiento en formaciones geológicas estables:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos en estructuras naturales impermeables, que garanticen su aislamiento definitivo.

**Contenedor:** Caja o cilindro móvil, en el que se depositan para su transporte residuos peligrosos.

**Degradación:** Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

**Disposición final:** Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños al ambiente.

**Envasado:** Acción de introducir un residuo peligroso en un recipiente, para evitar su dispersión o evaporación, así como facilitar su manejo.

**Empresa de servicios de manejo:** Persona física o moral que preste servicios para realizar cualquiera de las operaciones comprendidas en el manejo de residuos peligrosos.

**Generación:** Acción de producir residuos peligrosos.

**Generador:** Persona física o moral que como resultado de sus actividades produzca residuos peligrosos.

**Incineración:** Método de tratamiento que consiste en la oxidación de los residuos, vía combustión controlada.

**Jales:** Residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales.

**Ley:** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

**Lixiviado:** Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.

**Manifiesto:** Documento oficial, por el que el generador mantiene un estricto control sobre el transporte y destino de sus residuos peligrosos dentro del territorio nacional.

**Presa de jales:** Obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de jales.

**Reciclaje:** Método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos.

**Recolección:** Acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reúso, o a los sitios para su disposición final.

**Reglamento:** El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos.

**Residuo incompatible:** Aquel que al entrar en contacto o ser mezclado con otro reacciona produciendo calor o presión, fuego o evaporación; o, partículas, gases o vapores peligrosos; pudiendo ser esta reacción violenta.

**Reúso:** Proceso de utilización de los residuos peligrosos que ya han sido tratados y que se aplicarán a un nuevo proceso de transformación o de cualquier otro.

**Secretaría:** Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

**Tratamiento:** Acción de transformar los residuos, por medio del cual se cambian sus características.

**ARTICULO 4º**—Compete a la Secretaría:

I.—Determinar y publicar en el *Diario Oficial* de la Federación los listados de residuos peligrosos, así como sus actualizaciones, en los términos de la Ley;

II.—Expedir las normas técnicas ecológicas y procedimientos para el manejo de los residuos materia de este Reglamento, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, y de Agricultura y Recursos Hidráulicos;

III.—Controlar el manejo de los residuos peligrosos que se generan en las operaciones y procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, y de servicios;

IV.—Autorizar la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos;

V.—Evaluar el impacto ambiental de los proyectos sobre instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos y resolver sobre su autorización;

VI.—Autorizar al generador y a las empresas de servicios de manejo, para la realización de cualquiera de las operaciones de manejo de residuos peligrosos;

VII.—Autorizar la importación y exportación de residuos peligrosos, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes;

VIII.—Expedir los instructivos, formatos y manuales necesarios para el cumplimiento del presente Reglamento;

IX.—Fomentar y coadyuvar al establecimiento de plantas de tratamiento a que hace referencia este Reglamento y de sus líneas de comercialización, así como de empresas que establezcan plantas de reciclaje de residuos peligrosos generados en el país;

X.—Autorizar la construcción y operación de instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de los residuos;

XI.—Establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos materia del presente Reglamento;

XII.—Fomentar que las asociaciones y colegios de profesionales, cámaras industriales y de comercio y otros organismos afines, promuevan actividades que orienten a sus miembros, en materia de prevención y control de la contaminación ambiental originada por el manejo de los residuos de que trata este Reglamento;

XIII.—Promover la participación social en el control de los residuos materia de este Reglamento;

XIV.—Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el uso de tecnologías que reduzcan la generación de residuos peligrosos;

XV.—Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el desarrollo de actividades y procedimientos que coadyuven a un manejo seguro de los residuos materia de este Reglamento y la difusión de tales actividades y procedimientos en los medios masivos de comunicación, y

XVI.—Las demás que le confieren este Reglamento y otras disposiciones legales.

Las atribuciones a que se refiere este artículo se ejercerán sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud, sanidad fitopecuaria y aguas.

ARTICULO 5º—Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, el generador de residuos peligrosos, así como las personas físicas o morales, públicas o privadas que manejen, importen o exporten dichos residuos.

ARTICULO 6º—Para efecto de lo dispuesto en el artículo anterior, las personas físicas o morales, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos, están obligadas a determinar si éstos son peligrosos.

Para la determinación de residuos peligrosos, deberán realizarse las pruebas y el análisis necesarios conforme a las normas técnicas ecológicas correspondientes, y se estará al listado de residuos peligrosos que expida la Secretaría, previa la opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de la Secretaría de Gobernación.

## CAPITULO II

### *De la generación de residuos peligrosos*

ARTICULO 7º—Quienes pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas por las que puedan generarse o manejarse residuos peligrosos, deberán contar con autorización de la Secretaría, en los términos de los artículos 28 y 29 de la Ley.

En la manifestación de impacto ambiental correspondiente, deberán señalarse los residuos peligrosos que vayan a generarse o manejarse con motivo de la obra o actividad de que se trate, así como las cantidades de los mismos.

ARTICULO 8º—El generador de residuos peligrosos deberá:

I.—Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la Secretaría;

II.—Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos;

III.—Dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;

IV.—Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas técnicas ecológicas respectivas;

V.—Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;

VI.—Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas;

ARTICULO 16.—Además de lo dispuesto en el artículo anterior, las áreas de almacenamiento cerradas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

I.—No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;

II.—Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;

III.—Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora, y

IV.—Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.

ARTICULO 17.—Además de lo dispuesto en el artículo 15, las áreas abiertas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

I.—No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5;

II.—Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados.

III.—Contar con pararrayos, y

IV.—Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.

ARTICULO 18.—En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados.

ARTICULO 19.—Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

I.—Incompatibles en los términos de la norma técnica ecológica correspondiente;

II.—En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento, y

III.—En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los artículos 15 y 16 del Reglamento.

ARTICULO 20.—Queda exceptuado de lo dispuesto en los artículos 15, 16, 17, 18 y 19 fracción III, el almacenamiento de jales. Estos residuos deberán almacenarse conforme a lo que dispongan las normas técnicas ecológicas correspondientes.

ARTICULO 21.—Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento deberán quedar registrados en una bitácora. En la bitácora se debe indicar fecha del movimiento, origen y destino del residuo peligroso.

ARTICULO 22.—La recolección de residuos peligrosos fuera de las instalaciones donde se generen o manejen, así como el transporte de los mismos, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas, que al efecto se expidan.

ARTICULO 23.—Para transportar residuos peligrosos a cualquiera de las instalaciones de tratamiento o de disposición final, el generador deberá adquirir de la Secretaría, previo el pago de los derechos que correspondan por ese concepto, los formatos de manifiesto que requiera para el transporte de sus residuos.

Por cada volumen de transporte, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado, y dos copias del mismo.

El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario, junto con una copia de éste, en el momento en que le entregue los residuos peligrosos para su tratamiento o disposición final.

El destinatario de los residuos peligrosos conservará la copia del manifiesto que le entregue el transportista, para su archivo, y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al generador.

El original del manifiesto y las copias del mismo, deberán ser conservadas por el generador, por el transportista y por el destinatario de los residuos peligrosos, respectivamente, conforme a lo siguiente:

I.—Durante diez años en el caso del generador, contados a partir del momento en el que el destinatario entregue al primero el original del manifiesto;

II.—Durante cinco años en el caso del transportista, contados a partir de la fecha en que hubiere entregado los residuos peligrosos al destinatario, y

III.—Durante diez años en el caso del destinatario, contados a partir de la fecha en que hubiere recibido los residuos peligrosos para su disposición final.

En el caso de la fracción III, una vez transcurrido el plazo señalado, el destinatario deberá remitir a la Secretaría la documentación, en la forma en que ésta determine.

El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante diez años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final.

ARTICULO 24.—Si transcurrido un plazo de 30 días naturales contados a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo correspondiente reciba los residuos peligrosos para su transporte, el generador no recibe copia del manifiesto debidamente firmado por el destinatario de los mismos, el generador deberá informar a la Secretaría de este hecho, para que dicha dependencia determine las medidas que procedan.

ARTICULO 25.—El transportista y el destinatario de los residuos peligrosos deberán entregar a la Se-

cretaria, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los residuos que hubiesen recibido durante dicho periodo para su transporte o para su disposición final, según sea el caso.

**ARTICULO 26.**—Cuando para el transporte de residuos peligrosos, el generador contrate a una empresa de servicios de manejo, el transportista contratado estará obligado a:

I.—Contar con autorización de la Secretaría;

II.—Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse;

III.—Firmar el original del manifiesto que le entregue el generador, y recibir de este último las dos copias del manifiesto que correspondan;

IV.—Verificar que los residuos peligrosos que le entregue el generador, se encuentren correctamente envasados e identificados en los términos de las normas técnicas ecológicas correspondientes;

V.—Sujetarse a las disposiciones sobre seguridad e higiene en el trabajo que correspondan, así como a las que resulten aplicables en materia de tránsito y de comunicaciones y transportes, y

VI.—Remitir a la Secretaría un informe semestral sobre los residuos peligrosos recibidos para transporte durante dicho periodo.

**ARTICULO 27.**—Sin perjuicio de las autorizaciones que corresponda otorgar a otras autoridades competentes, los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos deberán contar con registro de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y reunir los requisitos que para este tipo de vehículos determine dicha dependencia.

Una vez registrados los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, éstos sólo podrán usarse para dicho fin, con excepción de barcos y de vehículos terrestres, como tractocamiones, que no entren en contacto directo con los residuos peligrosos, por tener como única función la de arrastrar contenedores.

**ARTICULO 28.**—Queda prohibido el transporte de residuos peligrosos por vía aérea.

**ARTICULO 29.**—Quienes recolecten y transporten residuos peligrosos, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias en materia de tránsito, salud y comunicaciones y transportes, están obligados a lo siguiente:

I.—Observar los programas de mantenimiento del equipo, y

II.—Contar con el equipo de protección personal para los operarios de los vehículos, de acuerdo al tipo de residuos que se transporte.

**ARTICULO 30.**—Cuando sea necesario dar tratamiento previo a un residuo peligroso para su disposición final, éste deberá tratarse de acuerdo a los

métodos previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 31.**—La disposición final de residuos peligrosos se sujetará a lo previsto en este Reglamento y a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan. Los sistemas para la disposición final de residuos peligrosos son:

I.—Confinamientos controlados;

II.—Confinamientos en formaciones geológicas estables, y

III.—Receptores de agroquímicos.

Los receptores de agroquímicos sólo podrán confinar residuos de agroquímicos o sus envases.

**ARTICULO 32.**—La selección del sitio, así como el diseño y construcción de confinamientos controlados y de receptores de agroquímicos deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

La localización y selección de sitios para confinamientos en formaciones geológicas estables, deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas correspondientes.

El proyecto para la construcción de un confinamiento controlado deberá comprender como mínimo lo siguiente:

I.—Celdas de confinamiento;

II.—Obras complementarias; y en su caso,

III.—Celdas de tratamiento.

El diseño y construcción de las celdas de confinamiento y de tratamiento, así como la construcción de las obras complementarias, se sujetarán a las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 33.**—La operación de los confinamientos controlados y de las celdas de confinamiento y de tratamiento a que se refieren las fracciones I y III del artículo anterior, así como la operación de los confinamientos en formaciones geológicas estables y de los receptores de agroquímicos, se sujetarán a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

**ARTICULO 34.**—Una vez depositados los residuos peligrosos bajo alguno de los sistemas a que se refiere el artículo 31, el generador y, en su caso, la empresa de servicios de manejo contratada para la disposición final de residuos peligrosos, deberán presentar a la Secretaría un reporte mensual con la siguiente información:

I.—Cantidad, volumen y naturaleza de los residuos peligrosos depositados;

II.—Fecha de disposición final de los residuos peligrosos;

III.—Ubicación del sitio de disposición final, y

IV.—Sistemas de disposición final utilizado para cada tipo de residuo.

ARTICULO 35.—Los lixiviados que se originen en las celdas de confinamiento o de tratamiento de un confinamiento controlado, deberán recolectarse y tratarse para evitar la contaminación del ambiente y el deterioro de los ecosistemas.

Los métodos para su recolección y tratamiento deberán ajustarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

ARTICULO 36.—La disposición final de los residuos peligrosos generados en la industria minera se efectuará en presas de jales y de conformidad con lo dispuesto en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

Las presas de jales podrán ubicarse en el lugar en que se originen o generen dichos residuos, excepto arriba de poblaciones o de cuerpos receptores ubicados a una distancia menor de 25 kilómetros que pudieran resultar afectados.

ARTICULO 37.—Ningún residuo que hubiere sido depositado en alguno de los sistemas de disposición final previstos en el Reglamento deberá salir de éste, excepto cuando hubieren sido depositados temporalmente con motivo de una emergencia.

ARTICULO 38.—El manejo de los bifenilos policlorados deberá sujetarse a lo dispuesto en el Reglamento y a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

ARTICULO 39.—Se prohíbe la disposición final de bifenilos policlorados, o de residuos que los contengan, en confinamientos controlados y en cualquier otro sitio.

Estos residuos sólo podrán destruirse de acuerdo con las normas técnicas ecológicas correspondientes, bajo cualquiera de los siguientes métodos:

I.—Químicos catalíticos, en el caso de residuos con bajas concentraciones, y

II.—Incineración, tratándose de residuos que contengan cualquier concentración.

ARTICULO 40.—Cuando por su peligrosidad la Secretaría determine que ciertos residuos no deben depositarse en ninguno de los sitios a que se refiere el Reglamento, éstos deberán tratarse en los términos previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

ARTICULO 41.—Cuando los productos de origen industrial o de uso farmacéutico en cuyos envases se precise fecha de caducidad, no sean sometidos a procesos de rehabilitación o generación una vez que hubieren caducado serán considerados residuos peligrosos, en cuyo caso los fabricantes y distribuidores de dichos productos serán responsables de que su manejo se efectúe de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

ARTICULO 42.—Cuando por cualquier causa se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de residuos peligrosos, durante cualesquiera de

las operaciones que comprende su manejo, el generador y, en su caso, la empresa que preste el servicio, deberá dar aviso inmediato de los hechos a la Secretaría; aviso que deberá ser ratificado por escrito dentro de los tres días siguientes al día en que ocurran los hechos, para que dicha dependencia esté en posibilidad de dictar o en su caso promover ante las autoridades competentes, la aplicación de las medidas de seguridad que procedan, sin perjuicio de las medidas que las mismas autoridades apliquen en el ámbito de sus competencias.

El aviso por escrito a que se refiere el párrafo anterior deberá comprender:

I.—Identificación, domicilio y teléfonos de los propietarios, tenedores, administradores o encargados de los residuos peligrosos de que se trate;

II.—Localización y características del sitio donde ocurrió el accidente;

III.—Causas que motivaron el derrame, infiltración, descarga o vertido;

IV.—Descripción precisa de las características físicoquímicas y toxicológicas, así como cantidad de los residuos peligrosos derramados, infiltrados, descargados o vertidos;

V.—Acciones realizadas para la atención del accidente;

VI.—Medidas adoptadas para la limpieza y restauración de la zona afectada, y

VII.—Posibles daños causados a los ecosistemas.

#### CAPITULO IV

##### *De la importación y exportación de residuos peligrosos*

ARTICULO 43.—Sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes, la importación y exportación de los residuos determinados peligrosos en los términos de la Ley y de este Reglamento, requiere de autorización de la Secretaría, la cual estará facultada para intervenir en los puertos territoriales, marítimos y aéreos y, en general, en cualquier parte del territorio nacional, con el objeto de controlar los residuos peligrosos importados o a exportarse, así como para dictar y aplicar las medidas de seguridad que correspondan, tendientes a evitar la contaminación del ambiente y el deterioro de los ecosistemas.

ARTICULO 44.—La autorización a que se refiere el artículo anterior se otorgará para cada volumen de importación o exportación de residuos peligrosos. En ella deberán indicarse los puertos terrestres, marítimos o aéreos por los que se permitirán dichas actividades, así como el tipo de transporte. Dicha autorización se otorgará en un término máximo de 5 días después de recibida de conformidad la solicitud.

ARTICULO 45.—La solicitud para obtener la autorización de importación o exportación de residuos

peligrosos deberá presentarse dentro de los 45 días hábiles anteriores a la fecha en que se pretenda realizar la operación de importación o exportación cuando se trate de la primera operación y 5 días hábiles en lo sucesivo, cuando se trate de un mismo residuo y deberá contener los siguientes datos y anexos:

I.—Nombre, denominación o razón social y domicilio de quien pretenda importar los residuos;

II.—Nombre, denominación o razón social y domicilio del exportador de los residuos peligrosos y del propietario de los mismos;

III.—Nombre, denominación o razón social y domicilio del o de los transportistas y los datos de identificación de los vehículos a ser utilizados, incluyendo el modo de transportación y el tipo de contenedor a utilizar;

IV.—Nombre, denominación o razón social y domicilio del destinatario de los residuos peligrosos, lugar donde se les procesará, diagrama de flujo y descripción del proceso de reciclaje o reuso que se les dará y utilización lícita de la que serán objeto;

V.—Lista, composición y cantidad detallada de los residuos peligrosos que se pretenda importar o exportar;

VI.—Lugar de partida y destino de los transportes a utilizar y ruta que seguirá;

VII.—Puerto terrestre, marítimo o aéreo por donde se solicita el ingreso o salida de los residuos peligrosos, en los casos de importación o exportación, respectivamente;

VIII.—Certificación de las autoridades competentes del país de procedencia, que indique el grado de peligrosidad de los residuos y los requisitos a cuyo cumplimiento se sujetará la autorización de exportación otorgada por las autoridades de dicho país y las medidas de protección;

IX.—Copia de la documentación en trámite para obtener la autorización del país de destino, en caso de exportación de los residuos peligrosos o la de origen cuando se trate de importación, traducida al español y debidamente certificada o legalizada;

X.—Descripción del proceso de generación de los residuos peligrosos y características del residuo que queda después del reciclaje;

XI.—Relación detallada de otras autorizaciones, permisos o requisitos que estén tramitando o hayan de ser satisfechos ante otras autoridades nacionales competentes, en cumplimiento de otras leyes, reglamentos o disposiciones aplicables a la importación o exportación de que se trate, y

XII.—Descripción de las medidas de emergencia que se tomarán en el caso de derrames en tránsito.

ARTICULO 46.—La persona física o moral que obtenga la autorización para importar o exportar residuos peligrosos, deberá estar domiciliada en el país y sujetarse a las disposiciones aplicables.

ARTICULO 47.—Previamente al otorgamiento de la autorización, la Secretaría fijará el monto y vigen-

cia de las fianzas, depósitos o seguros tanto nacionales como en el extranjero, que el solicitante deberá otorgar para garantizar el cumplimiento de los términos y condiciones de la propia autorización y de las leyes, reglamentos y demás disposiciones aplicables, así como para la reparación de los daños que pudieran causarse aun en el extranjero, a fin de que los afectados reciban la reparación que les corresponda.

ARTICULO 48.—Las autoridades nacionales que deban intervenir en el otorgamiento de permisos o autorizaciones en relación con la importación o exportación de residuos peligrosos, requerirán la previa presentación de la autorización de la Secretaría a que se refiere este capítulo, la cual tendrá obligación de exhibir el solicitante de dichos permisos o autorizaciones.

ARTICULO 49.—La autorización que conceda la Secretaría tendrá una vigencia de 90 días naturales a partir de su otorgamiento. Dicha vigencia podrá ser prorrogada si a su juicio de la Secretaría existen motivos para ello.

Una vez efectuada la operación de importación o exportación respectiva, deberá notificarse a la Secretaría, dentro de los 15 días naturales siguientes a la fecha en que se hubiere realizado.

ARTICULO 50.—Queda prohibida la importación o exportación de los residuos peligrosos por la vía postal, en los términos del artículo 15 fracción II de la Ley del Servicio Postal Mexicano.

ARTICULO 51.—No se concederá autorización, para el tránsito de residuos peligrosos por el territorio nacional, provenientes del extranjero y con destino a un tercer Estado, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del Estado receptor, lo que deberá comprobarse al tramitarse la solicitud para el tránsito respectivo, y siempre que exista reciprocidad con el Estado de que se trate.

ARTICULO 52.—Sólo se concederá la autorización para la importación de residuos peligrosos cuando tenga por objeto su reciclaje o reuso en el territorio nacional, en los términos de lo dispuesto por este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas.

ARTICULO 53.—No se concederá autorización para la exportación de residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final en el extranjero, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del Estado receptor, lo que deberá comprobarse al tramitarse la solicitud para la exportación respectiva.

Asimismo, no se concederá autorización para la importación de residuos peligrosos, cuyo único objeto sea su disposición final en el territorio nacional.

ARTICULO 54.—Aun cuando se cumplan los requisitos de la solicitud, la Secretaría podrá negar la autorización si considera que los residuos peligrosos por ningún motivo deben ser importados o exporta-



los, por el alto riesgo que implica su manejo para el ambiente y los ecosistemas.

**ARTICULO 55.**—Los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación y elaboración bajo régimen de maquila en los que utilicen materia prima introducida al país bajo régimen de importación temporal, deberán ser retornados al país de procedencia.

**ARTICULO 56.**—Las autorizaciones podrán ser revocadas por la Secretaría, sin perjuicio de la imposición de la sanción que corresponda, en los siguientes casos:

I.—Cuando por causas supervenientes, se compruebe que los residuos autorizados, constituyen mayor riesgo o daño al ambiente, o deterioro a los ecosistemas, que los que se tuvieron en cuenta para otorgar la autorización;

II.—Cuando la operación de importación o exportación exceda o incumpla los requisitos fijados en la autorización respectiva;

III.—Cuando los residuos peligrosos ya no posean los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados, y

IV.—Cuando se determine que la solicitud contenía datos falsos o engañosos.

**ARTICULO 57.**—Al que sin contar con la autorización de importación de la Secretaría, introduzca en el territorio nacional residuos peligrosos estará obligado, sin perjuicio de las sanciones que procedan, a retornarlos al país de origen.

## CAPITULO V

### *De las medidas de control y de seguridad y sanciones*

**ARTICULO 58.**—Las infracciones de carácter administrativo a los preceptos de la Ley y del Reglamento serán sancionadas por la Secretaría, con una o más de las siguientes sanciones:

I.—Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, en el momento de imponer la sanción;

II.—Clausura temporal o definitiva parcial o total, cuando conociéndose la peligrosidad de un residuo peligroso, en forma dolosa no se dé a éste el manejo previsto por el Reglamento y las normas técnicas ecológicas correspondientes, y

III.—Arresto administrativo hasta por 36 horas.

**ARTICULO 59.**—Independientemente de las sanciones que procedan de conformidad con lo que dispone el artículo anterior, la Secretaría podrá revocar las autorizaciones que hubiera concedido, en los términos del presente Reglamento.

**ARTICULO 60.**—Si una vez impuestas las sanciones a que se refieren los artículos anteriores y ven-

cido el plazo en su caso concedido para subsanar la o las infracciones cometidas, resultare que dicha infracción o infracciones aún subsistieran, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas que en estos casos se impongan, excedan de veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción.

En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por dos veces el monto originalmente impuesto, sin exceder del doble del máximo permitido.

En los casos en que el infractor solucionare la causa que dio origen al desequilibrio ecológico o deterioro al ambiente, la Secretaría podrá modificar o revocar la sanción impuesta.

Para efecto de lo dispuesto en el presente Reglamento se entiende por reincidencia la acción de incurrir dos veces en un mismo año, en alguna de las infracciones a los preceptos del Reglamento.

**ARTICULO 61.**—La Secretaría podrá realizar los actos de inspección y vigilancia necesarios para verificar la debida observancia del Reglamento. Para los efectos establecidos en este artículo, la Secretaría estará a lo que establezcan las disposiciones contenidas en el Título Sexto de la Ley.

**ARTICULO 62.**—Cuando por infracciones a las disposiciones de la Ley y del Reglamento se hubieren ocasionado daños o perjuicios, el o los interesados podrán solicitar a la Secretaría la formulación de un dictamen técnico al respecto.

**ARTICULO 63.**—Toda persona podrá denunciar ante la Secretaría o ante otras autoridades federales o locales según su competencia, todo hecho, acto u omisión de competencia de la Federación, que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la Ley del Reglamento.

## TRANSITORIOS

**ARTICULO PRIMERO.**—El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

**ARTICULO SEGUNDO.**—Se deroga el Decreto relativo a la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos que por su naturaleza pueden causar daños al medio ambiente o a la propiedad o constituyen un riesgo a la salud o bienestar públicos, expedido el 16 de enero de 1986 y publicado en el *Diario Oficial* de la Federación del 19 de enero de 1987, por lo que respecta a los residuos peligrosos, así como las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por el presente Reglamento.

**ARTICULO TERCERO.**—Se concede un plazo de seis meses, contados a partir de la fecha en que entre en vigor el presente Reglamento, para que las personas físicas o morales que a esa fecha se encuentren generando residuos, cumplan con los requisitos y

presenten las solicitudes de autorización, los proyectos y los programas exigidos en el mismo.

Dentro de dicho plazo deberán presentarse, además, un inventario sobre el volumen, características y procesos de generación de sus residuos peligrosos.

**ARTICULO CUARTO.**—La Secretaría deberá emitir los formatos, instructivos y manuales necesarios para la aplicación del presente Reglamento, en un plazo de cinco meses a partir de la fecha en que éste entre en vigor.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintitrés días del mes de noviembre de mil novecientos ochenta y ocho.—*Miguel de la Madrid H.*—Rúbrica.—El Secretario de Comercio y Fomento Industrial, *Héctor Hernández Cervantes.*—Rúbrica.—El Secretario de Comunicaciones y Transportes, *Daniel Díaz Díaz.*—Rúbrica.—El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, *Gabino Fraga Mouret.*—Rúbrica.—El Secretario de Salud, *Guillermo Soberón Acevedo.*—Rúbrica.—El Jefe del Departamento del Distrito Federal, *Ramón Aguirre Velázquez.*—Rúbrica.

*Diario Oficial de la Federación del 29 de marzo de 1989*

**ACUERDO por el que se autoriza la edición de la gaceta gubernamental denominada "Gaceta Ecológica".**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Presidencia de la República.

**CARLOS SALINAS DE GORTARI**, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y con fundamento en los artículos 43 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 13, 14, 16, 17 y 18 de la Ley del *Diario Oficial* de la Federación y gacetas gubernamentales, y

### CONSIDERANDO

Que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del 23 de diciembre de 1987, publicada en el *Diario Oficial* de la Federación el 28 de enero de 1988, prevé la expedición de un órgano de difusión de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, a efecto de que en él se publiquen las normas técnicas ecológicas, así como los acuerdos, órdenes, resoluciones, circulares, notificaciones, avisos y, en general, todos aquellos comunicados en materia de ecología emitidos por esta dependencia y cualquier otra información que la misma determine sobre esta materia, independientemente de que los

mismos sean publicados en el *Diario Oficial* de la Federación, y

Que con la creación del aludido órgano de difusión de contenido ecológico, se contribuirá al debido y cabal cumplimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, puesto que la sociedad en general y sus miembros en particular, estarán oportunamente informados de las acciones que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología tome para su aplicación, logrando mayor eficacia y una razonada participación de la ciudadanía;

En mérito de lo anterior, he tenido a bien expedir el siguiente

### ACUERDO

**ARTICULO PRIMERO.**—Se autoriza la edición de la gaceta gubernamental denominada "Gaceta Ecológica", quedando su publicación bajo la responsabilidad de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

**ARTICULO SEGUNDO.**—En la "Gaceta Ecológica" se publicarán las normas técnicas ecológicas a que se refiere la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como los acuerdos, órdenes, resoluciones, circulares, notificaciones, avisos y en general todos aquellos comunicados emitidos por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y cualquier otra información de interés general, en materia de prevención y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, a juicio del titular de la propia Dependencia.

Cuando la información mencionada en el párrafo anterior sea de publicación obligatoria en el *Diario Oficial* de la Federación, su inclusión en la "Gaceta Ecológica" sólo podrá tener lugar con posterioridad a dicha publicación.

**ARTICULO TERCERO.**—La "Gaceta Ecológica" se editará trimestralmente, o con una periodicidad distinta cuando por la naturaleza de la información o la necesidad de su más oportuna difusión así se requiera, a juicio del titular de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

Será distribuida por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y por las personas que autorice la propia Dependencia.

**ARTICULO CUARTO.**—La autoridad competente determinará el precio de venta por ejemplar de la "Gaceta Ecológica" para distribuidores y para la venta al público en general. Asimismo establecerá las modalidades para el suministro a los distribuidores.

Los derechos que se causen por las inserciones en la "Gaceta Ecológica", se cobrarán conforme a las cuotas determinadas en la Ley respectiva.

Para determinar los precios de venta de la "Gaceta Ecológica" las autoridades correspondientes considerarán los costos de producción, edición y distribución.

**ARTICULO QUINTO.**—La "Gaceta Ecológica" podrá distribuirse gratuitamente a las oficinas gubernamentales federales, estatales y municipales.

ARTICULO SEXTO.—La "Gaceta Ecológica" será editada y distribuida en cantidad suficiente para satisfacer su demanda en todo el territorio nacional.

ARTICULO SEPTIMO.—En la "Gaceta Ecológica" se publicará anualmente un índice general de las publicaciones del año inmediato anterior, así como un índice por materias de las publicaciones correspondientes al mismo periodo.

#### TRANSITORIOS

PRIMERO.—El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

SEGUNDO.—Todas las referencias legales a la "Gaceta SEDUE", que se hubieren hecho con fecha anterior a la entrada en vigor del presente ordenamiento, se entenderán hechas a la "Gaceta Ecológica", cuya edición se autoriza en este Acuerdo.

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los 27 días del mes de marzo de mil novecientos ochenta y nueve.

*Carlos Salinas de Gortari*.—Rúbrica.—El Secretario de Gobernación, *Fernando Gutiérrez Barrios*.—Rúbrica.—El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, *Patricio Chirinos Calero*.—Rúbrica.

## DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

Diario Oficial de la Federación del 25 de noviembre de 1988

**REGLAMENTO de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para la prevención y control de la contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Presidencia de la República.

**MIGUEL DE LA MADRID H.**, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que al Ejecutivo Federal confiere la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y con fundamento en los artículos 1º, 2º, 5º, 12, 13, 22, 36, fracciones X, XV y XXVII, 37, fracciones I, XVI, XVII, XVIII y XIX y 44 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1º, 4º, 5º, fracciones III, VII, VIII, IX y XXI, 7º, 8º, fracciones II, III, VII, XII, XVII y XX, 9º, apartado A, fracciones I, II, III, XIII, XIV y XVI, apartado B, fracciones I, II, III, IV, XVI, XVIII y XIX, 36, 37, 110, 111, fracciones I, II, IV, V, VI y VII, 113 y Título Sexto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 1º, 17, fracciones VII y XI y 18, fracción X de la Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal, he tenido a bien expedir el siguiente

**REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION GENERADA POR LOS VEHICULOS AUTOMOTORES QUE CIRCULAN POR EL DISTRITO FEDERAL Y LOS MUNICIPIOS DE SU ZONA CONURBADA**

### CAPITULO I

#### *Disposiciones generales*

**ARTICULO 1º**—Las disposiciones de este Ordenamiento son de orden público e interés social y tienen por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en lo referente a:

I.—La regulación del sistema de verificación obligatoria de emisiones de gases, humos y partículas contaminantes de los vehículos automotores que circulen en el territorio del Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada;

II.—El establecimiento de medidas de control para limitar la circulación de vehículos que transiten por el territorio del Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada, con objeto de proteger el ambiente, en los casos previstos en este Reglamento;

III.—La regulación del sistema de verificación obligatoria de emisiones de ruido generadas por vehículos automotores que circulen en el Distrito Federal, así como el establecimiento de medidas de control para limitar la circulación de dichos vehículos en los casos previstos en el presente Ordenamiento;

IV.—La determinación de las bases a que se sujetarán la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, el Departamento del Distrito Federal y, en su caso, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para la celebración de los acuerdos de coordinación previstos en este Reglamento, que se celebren entre:

a) La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y el Departamento del Distrito Federal, en los términos del artículo 9º, apartado A, fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

b) El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y el Gobierno del Estado de México, y con su participación, con los municipios de la zona conurbada al Distrito Federal en los términos de lo dispuesto por el artículo 7º de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, con la intervención, en su caso, del Departamento del Distrito Federal y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y

c) El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, el Departamento del Distrito Federal y el Gobierno del Estado de México, en las materias a que se refieren las fracciones II y III de este artículo, y

V.—El establecimiento de los procedimientos para inspeccionar, vigilar e imponer sanciones por parte de las autoridades a que se refiere este Reglamento, en los ámbitos de sus respectivas competencias y sin perjuicio de lo que dispongan los ordenamientos legales aplicables.

**ARTICULO 2º**—Para los efectos del presente Reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y las siguientes:

I.—**CIRCULACION:** La acción que realizan los vehículos cuando son trasladados de un lado a otro por las vías públicas;

I.—**CIRCULACION:** La acción que realizan los vehículos cuando son trasladados de un lado a otro por las vías públicas;

II.—DEPARTAMENTO: El Departamento del Distrito Federal;

III.—EMISION: La descarga directa o indirecta a la atmósfera de energía, o de sustancias o materiales en cualesquiera de sus estados físicos;

IV.—GASES: Sustancias que se emiten a la atmósfera, que se desprenden de la combustión de los motores y que son expulsados principalmente por el escape de los vehículos automotores;

V.—HUMOS: Partículas sólidas o líquidas, visibles, que resultan de una combustión incompleta;

VI.—LEY: La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

VII.—MUNICIPIOS DE LA ZONA CONURBADA AL DISTRITO FEDERAL: Los Municipios de Atzacán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Chalco de Covarrubias, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, San Vicente Chicoloapan, Nicolás Romero, Tecámac, Tlalnepantla y Tultitlán, todos del Estado de México;

VIII.—PARTICULAS SOLIDAS O LIQUIDAS: Fragmentos de materiales que se emiten a la atmósfera en fase sólida o líquida;

IX.—RUIDO: Todo sonido indeseable producido por el mal funcionamiento de vehículos automotores que molestan o perjudican a las personas;

X.—REGLAMENTO: El presente Reglamento;

XI.—SECRETARIA: La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología;

XII.—VEHICULOS AUTOMOTORES: Todo artefacto propulsado por un motor que se encuentre destinado al transporte terrestre de personas o de carga, o ambos, cualquiera que sea su número de ejes y su capacidad de transporte;

XIII.—VIA PUBLICA: Las áreas que sean definidas como tales en los reglamentos de tránsito vigentes en el Distrito Federal y en los municipios de su zona conurbada, y

XIV.—VERIFICACION: Medición de las emisiones contaminantes de la atmósfera, provenientes de vehículos automotores.

ARTICULO 3º—Conforme a lo que dispone el artículo 5º, fracción VII de la Ley, es asunto de interés de la Federación y corresponde a ésta, combatir la contaminación generada por los vehículos automotores que circulen en el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada.

ARTICULO 4º—Las emisiones de los vehículos automotores que circulen en el territorio del Distrito Federal y de los municipios de su zona conurbada no deberán rebasar los límites máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en la materia, en las que se considerarán los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.

Los propietarios de dichos vehículos deberán observar las medidas de prevención y control de la contaminación atmosférica que se establezcan en los términos de la Ley, este Reglamento y las disposiciones aplicables.

ARTICULO 5º—La aplicación del presente Reglamento corresponde a la Secretaría, a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y al Departamento, en los ámbitos de sus respectivas competencias.

En los términos de lo dispuesto en el artículo 3º del presente Reglamento, la Secretaría promoverá la celebración de un acuerdo de coordinación con el Gobierno del Estado de México y por conducto de éste con los municipios de la zona conurbada al Distrito Federal, para el efecto de lo dispuesto en este Reglamento.

Cuando en lo sucesivo en este Ordenamiento se haga referencia a la participación del Gobierno del Estado de México y, con la participación de éste, a la de los municipios de la zona conurbada al Distrito Federal, éstas se entenderán en los términos de los instrumentos de coordinación que se hubieren celebrado.

ARTICULO 6º—Corresponde a la Secretaría:

I.—Expedir en coordinación con la Secretaría de Salud, en lo referente a la salud humana, las normas técnicas ecológicas que establezcan los niveles de emisión máxima permisibles de contaminantes a la atmósfera generados por vehículos automotores, así como las que definen los procedimientos de verificación de dichos niveles de emisión;

II.—Expedir las normas técnicas ecológicas que deberán incorporarse a las normas oficiales mexicanas que en su caso se establezcan para productos utilizados como combustibles o energéticos;

III.—Determinar la aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones contaminantes de los vehículos automotores, en coordinación con las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal;

IV.—Participar en la prevención y control de la contaminación generada por vehículos automotores que circulen en el Distrito Federal, de conformidad al acuerdo de coordinación que al efecto celebre con el Departamento;

V.—Promover con el Departamento y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes el establecimiento de programas de verificación obligatoria, respecto de los vehículos automotores que circulen en el Distrito Federal;

VI.—Coordinarse con el Departamento para el establecimiento del registro de centros autorizados de verificación obligatoria de los vehículos automotores que circulen en el Distrito Federal;

VII.—Coordinarse con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para el establecimiento de centros autorizados de verificación obligatoria de vehículos automotores destinados al servicio público federal;

VIII.—Coordinarse con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para el establecimiento del

registro de centros autorizados de verificación obligatoria de los vehículos destinados al servicio público federal;

IX.—A solicitud del Departamento o de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en su caso, formular dictamen técnico respecto del establecimiento y operación de centros de verificación vehicular obligatoria;

X.—Determinar que se han realizado los supuestos previstos en las normas técnicas ecológicas aplicables, para la adopción de las medidas necesarias establecidas en este Reglamento, a fin de prevenir y controlar contingencias ambientales en el Distrito Federal o en su zona conurbada, que se deriven parcial o totalmente de la contaminación generada por vehículos automotores;

XI.—Coordinar la aplicación por parte de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, y aplicar en el ámbito de su competencia, las medidas que determine el Ejecutivo Federal, para la prevención y el control de contingencias ambientales en el Distrito Federal o su zona conurbada, que se deriven total o parcialmente de la contaminación generada por vehículos automotores;

XII.—Llevar a cabo actos de inspección y vigilancia para verificar la debida observancia del Reglamento, e imponer las sanciones administrativas que correspondan por infracción al mismo, en asuntos de su competencia, conforme a lo establecido en el Capítulo IV del propio Ordenamiento, y

XIII.—Las demás que conforme a la Ley, el presente Reglamento y otras disposiciones le correspondan.

ARTICULO 7º—Corresponde al Departamento:

I.—Prevenir y controlar la contaminación generada por vehículos automotores que circulen en su territorio;

II.—Establecer en coordinación con la Secretaría, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en su caso, con el Gobierno del Estado de México, y con la participación de éste, con los municipios de la zona conurbada al Distrito Federal, programas de verificación vehicular obligatoria;

III.—Establecer y operar o, en su caso, autorizar el establecimiento, equipamiento y operación, de centros de verificación vehicular obligatoria, con arreglo a las normas técnicas ecológicas aplicables;

IV.—Integrar el registro de centros de verificación vehicular obligatoria autorizados para operar en el Distrito Federal;

V.—Determinar, con arreglo a lo que establece este Reglamento, las tarifas por los servicios de verificación que deban observar los centros de verificación vehicular obligatoria autorizados, no operados por el propio Departamento;

VI.—En los centros que opere, expedir constancias respecto de los vehículos que hubiere sometido al procedimiento de verificación obligatoria;

VII.—Supervisar la operación de los centros de verificación vehicular obligatoria autorizados para operar en el Distrito Federal;

VIII.—Limitar y, en su caso, suspender la circulación de vehículos por zonas, tipo, año, modelo, marca, número de placas, día o periodo determinado, a fin de reducir los niveles de concentración de contaminantes en la atmósfera cuando éstos excedan los límites máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas aplicables;

IX.—Retirar de la circulación a los vehículos automotores cuyos niveles de emisión de contaminantes rebasen los límites máximos permisibles que se determinen en las normas técnicas ecológicas, o aquellos vehículos automotores que se encuentren sujetos a las medidas señaladas en la fracción anterior;

X.—Aplicar, en el ámbito de su competencia, las medidas que establece este Reglamento para prevenir y controlar las contingencias ambientales y emergencias ecológicas, cuando se hayan producido los supuestos previstos en las normas técnicas aplicables, coordinándose para ello, en su caso, con la Secretaría;

XI.—Realizar actos de inspección y vigilancia para verificar la debida observancia del Reglamento, e imponer las sanciones administrativas que correspondan por infracción al mismo, en asuntos de su competencia, conforme a lo establecido en el Capítulo IV del propio Ordenamiento, y

XII.—Las demás que conforme a la Ley, el Reglamento y otras disposiciones le correspondan.

ARTICULO 8º—En los términos del acuerdo de coordinación que se celebre conforme a lo dispuesto por el segundo párrafo del artículo 5º de este Reglamento, la Secretaría, con la participación, en su caso, del Gobierno del Estado de México y los municipios de la zona conurbada al Distrito Federal, podrá ejercitar en dicha zona conurbada las facultades a que se refieren, en lo aplicable, las fracciones II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X y XI del artículo 7º del mismo Reglamento, sin perjuicio de las atribuciones que a dicha Dependencia corresponda ejercer de manera exclusiva conforme a lo establecido en el artículo 6º del propio Ordenamiento.

ARTICULO 9º—Corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, respecto de los vehículos destinados al servicio público federal:

I.—Participar, en coordinación con la Secretaría, en la prevención y el control de la contaminación atmosférica generada por los vehículos automotores destinados al servicio público federal que circulan por el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada;

II.—Establecer, en coordinación con la Secretaría, el Departamento y, en su caso, con el Gobierno del Estado de México y los municipios de su zona conurbada, programas de verificación vehicular obligatoria;

III.—Establecer, en coordinación con la Secretaría, y operar o, en su caso, autorizar el estableci-

miento, equipamiento y operación de centros de verificación vehicular obligatoria, con arreglo a las normas técnicas ecológicas aplicables;

IV.—Coordinarse con la Secretaría para el establecimiento del registro de centros de verificación vehicular obligatoria autorizados;

V.—Determinar con arreglo a lo que dispone este Reglamento, las tarifas para los servicios de verificación vehicular obligatoria en centros autorizados no operados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes;

VI.—En los centros que opere, expedir constancias respecto de los vehículos que hubiere sometido al procedimiento de verificación obligatoria;

VII.—Supervisar la operación de los centros de verificación vehicular obligatoria autorizados;

VIII.—Limitar la circulación o retirar de la misma, en las vías generales de comunicación, a los vehículos automotores cuyos niveles de emisión de contaminantes rebasen los límites máximos permisibles que se determinen en las normas técnicas ecológicas;

IX.—Aplicar en el ámbito de su competencia, las medidas que determine el Ejecutivo Federal y las que establece este Reglamento para prevenir y controlar contingencias ambientales derivadas de las emisiones contaminantes generadas por vehículos automotores, y

X.—Llevar a cabo actos de inspección y vigilancia para verificar la debida observancia del Reglamento, e imponer las sanciones administrativas que correspondan por infracción al mismo, en asuntos de su competencia conforme a lo establecido en el Capítulo IV del propio Ordenamiento.

ARTICULO 10.—La Secretaría, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Departamento y en su caso, conforme a los acuerdos de coordinación que se celebren, las autoridades del Gobierno del Estado de México y los municipios de la zona conurbada al Distrito Federal, establecerán en el seno de la Comisión Nacional de Ecología un grupo permanente de trabajo para dar seguimiento integral a los programas que, para la prevención y control de la contaminación generada por vehículos automotores, se establezcan en el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada.

## CAPITULO II

### *De la verificación obligatoria*

#### Sección Primera

De los centros de verificación vehicular obligatoria

ARTICULO 11.—Los interesados en obtener autorización para establecer, equipar y operar centros de verificación vehicular obligatoria con reconocimiento oficial, deberán presentar solicitud ante al-

guna de las siguientes autoridades, en los casos que se precisan:

I.—El Departamento, en el caso de centros que vayan a instalarse en el Distrito Federal;

II.—El Gobierno del Estado de México o los municipios de la zona conurbada si así se hubiere establecido en el acuerdo de coordinación correspondiente, respecto de centros que vayan a instalarse en los municipios conurbados de dicha entidad, y

III.—La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, respecto de centros de verificación para vehículos destinados al servicio público federal, independientemente de su localización.

Conforme a la Ley, se considera de interés social convocar públicamente a los interesados en establecer y operar centros de verificación, para que presenten las solicitudes respectivas.

En las convocatorias que expidan las autoridades a que se refiere este artículo, podrán precisarse el equipo e instalaciones necesarias conforme al programa de que se trate, así como el número y área de ubicación de los centros que vayan a ser autorizados.

ARTICULO 12.—La solicitud a que se refiere el artículo anterior, deberá contener los siguientes datos y documentos:

I.—Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;

II.—Los documentos que acrediten capacidad técnica y económica para realizar la verificación en los términos propuestos;

III.—Ubicación y superficie del terreno destinado a realizar el servicio, considerando el espacio mínimo necesario para llevarlo a efecto en forma adecuada, sin que se provoquen problemas de vialidad;

IV.—Especificaciones de infraestructura y equipo para realizar la verificación de que se trate;

V.—Descripción del procedimiento de verificación que sea congruente con los establecidos por la Secretaría, y

VI.—Los demás que sean requeridos por la autoridad competente.

ARTICULO 13.—Presentada la solicitud, la autoridad de que se trate procederá a su análisis y evaluación. Dentro de un plazo no mayor de 60 días naturales a partir de la fecha en que hubiere recibido dicha solicitud, notificará la resolución en la que otorgue o niegue la autorización correspondiente.

Dentro del plazo a que se refiere el párrafo anterior, la autoridad de que se trate podrá promover ante la Secretaría la formulación de un dictamen técnico al respecto, el cual deberá ser expedido en un plazo no mayor de 30 días naturales a partir de recibida la promoción. Si transcurrido el plazo la Secretaría no hubiese emitido dictamen expreso, se entenderá otorgado en sentido aprobatorio.

El dictamen podrá determinar si el proyecto cumple con los requerimientos técnicos, si es necesaria su modificación para la satisfacción de dichos requerimientos o si el proyecto no puede autorizarse por no satisfacer la normatividad aplicable.

ARTICULO 14.—No podrá autorizarse el establecimiento y operación de centros de verificación vehicular obligatoria cuando:

I.—No se reúnan los requerimientos establecidos en el artículo 12 de este Reglamento, en el momento de presentar la solicitud a que se refiere dicho artículo.

II.—El equipo, infraestructura o instalaciones no correspondan a los señalados en la solicitud, o

III.—Existan otras circunstancias, que a juicio de la autoridad competente, sean un obstáculo para la adecuada prestación del servicio de verificación.

ARTICULO 15.—Otorgada la autorización para establecer, equipar y operar un centro de verificación, se notificará al interesado, quien deberá estar en aptitud de iniciar la operación dentro del plazo previsto en la propia autorización, el cual no podrá ser menor de 30 días naturales a partir de su notificación.

Si transcurrido el plazo señalado, no se hubiere iniciado la operación del centro de verificación de que se trate, la autorización otorgada quedará sin efectos.

La autorización para operar los centros de verificación a que se refiere este Reglamento establecerá el periodo de su vigencia, transcurrido el cual podrá ser revalidada previa solicitud de los interesados, debiendo en su caso, satisfacer los requisitos previstos para el otorgamiento de toda autorización.

ARTICULO 16.—Los centros de verificación vehicular autorizados, deberán mantener sus instalaciones y equipos en un estado de funcionamiento que garantice la adecuada prestación de sus servicios.

De no hacerlo, las autoridades que hubieren otorgado la autorización, prevendrán a los responsables para que dentro de un término de hasta 45 días naturales subsanen las deficiencias detectadas, quedando suspendida entre tanto la autorización. Transcurrido ese plazo sin haber sido subsanadas tales deficiencias, la autorización podrá ser revocada.

El personal que tenga a su cargo la verificación vehicular en los centros autorizados, deberá contar con la capacitación técnica adecuada que le permita el debido cumplimiento de sus funciones. Esta circunstancia será acreditada ante la autoridad que hubiere autorizado el establecimiento y operación del centro.

La Secretaría promoverá ante las autoridades competentes, la realización de visitas de inspección a efecto de verificar la debida observancia de lo dispuesto en este artículo.

ARTICULO 17.—Para determinar el monto de los productos que se causen por los servicios de verificación vehicular obligatoria en centros operados por las autoridades federales o del Departamento a que

se refiere este Reglamento, se estará a lo que dispongan las leyes aplicables.

El Departamento, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y, en su caso, la Secretaría autorizarán las tarifas que establezcan las cuotas por la prestación de servicios de verificación vehicular que deban pagarse en centros operados por particulares.

## Sección Segunda

De los vehículos de transporte privado y de los destinados al servicio público local

ARTICULO 18.—Las disposiciones contenidas en la presente sección se aplicarán respecto de los siguientes vehículos:

I.—Los destinados al transporte privado o al servicio particular de carga o de pasajeros, y

II.—Los destinados al servicio público local.

Los vehículos automotores registrados en el territorio del Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada a que se refieren las fracciones anteriores, deberán ser sometidos a verificación en el periodo y centro de verificación vehicular que les corresponda, conforme al programa que formulen la Secretaría, el Departamento y, en su caso, las autoridades del Gobierno del Estado de México y, con su participación, la de sus municipios.

Dicho programa será publicado en el mes de enero de cada año en el *Diario Oficial* de la Federación, en la "Gaceta SEDUE" y en los órganos oficiales de difusión del Departamento y, en su caso, del Gobierno del Estado de México.

ARTICULO 19.—En los centros a que se refiere el artículo anterior se verificarán las emisiones contaminantes de los vehículos en los términos del programa de que se trate, previo el pago de los productos o tarifas aplicables. Para ello, los vehículos deberán ser presentados en el centro autorizado, acompañando la tarjeta de circulación correspondiente.

ARTICULO 20.—Los resultados de la verificación se consignarán en una constancia que se entregará al interesado, y contendrá al menos la siguiente información:

I.—Fecha de verificación;

II.—Identificación del centro de verificación obligatoria y de quien efectuó la verificación;

III.—Tipo, año-modelo, marca y número de placas de circulación, de serie, de motor y de registro del vehículo de que se trate, así como nombre y domicilio del propietario;

IV.—Identificación de las normas técnicas ecológicas aplicadas en la verificación;

V.—Una declaración en la que se indique si el vehículo inspeccionado satisface o no las exigencias establecidas en las normas técnicas ecológicas en lo que se refiere al máximo de las emisiones permisibles de contaminantes, y



VI.—Las demás que se determinen en el programa de verificación y en las normas técnicas ecológicas aplicables.

ARTICULO 21.—El original de la constancia en la que se establezca, de conformidad con el programa respectivo, que las emisiones de contaminantes del vehículo de que se trata no rebasan los límites máximos de emisión establecidos en las normas técnicas ecológicas, será conservado por el propietario. Copia de dicha constancia será canjeada por el interesado ante las autoridades competentes en el propio centro de verificación por una calcomanía que acredite que el vehículo fue verificado y que sus emisiones no rebasan las normas técnicas ecológicas aplicables. La calcomanía deberá ser adherida en lugar visible del vehículo.

ARTICULO 22.—Cuando de la verificación de emisiones contaminantes realizada, se determine que éstas exceden los límites permisibles de emisión, el propietario del vehículo estará obligado a efectuar las reparaciones necesarias y llevar a cabo las verificaciones subsecuentes que se requieran, hasta en tanto las emisiones satisfagan las normas técnicas ecológicas en el plazo que se determine.

ARTICULO 23.—En los casos en que los propietarios de los vehículos los presentaren para verificación fuera de los plazos señalados en el programa respectivo, deberán pagar las multas que por extemporaneidad se hubieren fijado.

#### Sección Tercera

##### De los vehículos destinados al servicio público federal

ARTICULO 24.—Los vehículos automotores destinados al servicio público federal que circulen en el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada, deberán ser sometidos a verificación en el periodo y centro de verificación que les corresponda conforme al programa que formulen la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en coordinación con la Secretaría.

Dicho programa será publicado conforme a lo dispuesto en el artículo 18 de este Reglamento.

ARTICULO 25.—En los centros a que se refiere el artículo anterior, se verificarán las emisiones contaminantes de los vehículos del servicio público federal en los términos del programa de que se trate, previo el pago de las cantidades que señalen las tarifas aplicables. Para ello, los vehículos deberán ser presentados en el centro autorizado acompañando la tarjeta de circulación correspondiente.

ARTICULO 26.—Los resultados de la verificación se consignarán en una constancia que se entregará al interesado y deberá satisfacer los requisitos que se precisen en el artículo 20 de este Reglamento.

ARTICULO 27.—El original de la constancia en la que se establezca de conformidad con el programa

respectivo, que las emisiones de contaminantes del vehículo de que se trate no rebasan los límites máximos de emisión establecidos en las normas técnicas ecológicas, será conservado por el propietario. Copia de dicha constancia deberá acompañarse a los documentos que los interesados presenten para efectuar el trámite de revalidación de la vigencia de la matrícula vehicular.

ARTICULO 28.—Cuando la constancia de verificación de emisiones contaminantes determine que las generadas por el vehículo de que se trate exceden los límites máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas aplicables, quedará el propietario obligado a realizar las reparaciones necesarias y llevar a cabo las verificaciones subsecuentes, hasta en tanto las emisiones de su vehículo satisfagan dichas normas.

#### Sección Cuarta

##### De la inspección a centros de verificación autorizados

ARTICULO 29.—El Departamento, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y, en su caso, la Secretaría y, conforme a los acuerdos de coordinación que se celebren, las autoridades estatales o municipales correspondientes, en el ámbito de sus respectivas competencias, inspeccionarán que la operación y funcionamiento de los centros autorizados, se lleven a cabo con arreglo a lo dispuesto en la Ley, el Reglamento, las normas técnicas ecológicas, los demás ordenamientos aplicables y las autorizaciones correspondientes.

ARTICULO 30.—Las inspecciones se llevarán a cabo por personal debidamente acreditado, y tendrán por objeto verificar:

I.—Que se cumpla con las disposiciones aplicables en la materia;

II.—Que el servicio se preste en los términos y condiciones previstos en las autorizaciones respectivas;

III.—Que las verificaciones se realicen conforme a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan, y

IV.—Que la constancia de verificación se ajuste a los requisitos previstos en este Reglamento.

#### CAPITULO III

##### *Limitaciones para prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera que se derive de las emisiones de los vehículos automotores*

ARTICULO 31.—Para los efectos de lo dispuesto por los artículos 9º, apartado B, fracción XVI y 112, fracción VIII de la Ley, se entenderá que existe una situación de contingencia ambiental cuando los niveles de concentración de contaminantes en la at-

nósfera puedan ocasionar peligro en la integridad de uno o varios ecosistemas sin que ello derive en emergencia ecológica, siempre y cuando tales niveles excedan los límites que para los fines señalados, se determinen en las normas técnicas ecológicas aplicables.

Asimismo, se entenderá que una situación es de emergencia ecológica cuando la concentración de contaminantes en la atmósfera ponga en peligro a uno o varios ecosistemas de conformidad con las normas técnicas aplicables, en virtud de exceder los límites máximos permisibles en aquéllas.

**ARTICULO 32.**—Cuando se presente una situación de contingencia ambiental o de emergencia ecológica en el Distrito Federal, el Departamento aplicará las siguientes medidas en relación con la circulación de vehículos automotores:

I.—Limitar o suspender la circulación vehicular en zonas o vías de comunicación determinadas, incluidos vehículos destinados al servicio público federal;

II.—Restringir la circulación de los vehículos automotores, conforme a los siguientes criterios:

- a) Zonas determinadas;
- b) Año-modelo de vehículos;
- c) Tipo, clase o marca;
- d) Número de placas de circulación, o
- e) Calcomanía por día o período determinado, y

III.—Retirar de la circulación a los vehículos automotores que no respeten las limitaciones y restricciones establecidas, e imponer las sanciones que procedan conforme a este Reglamento.

El Departamento, en base a lo dispuesto por el artículo 9º, apartado B, fracción II de la Ley, podrá además aplicar las medidas a que se refiere el presente artículo, sin perjuicio de las que se establezcan en el Reglamento de Tránsito para el Distrito Federal, para reducir los niveles de emisión de contaminantes de los vehículos automotores, aun cuando no se trate de situaciones de contingencia ambiental o de emergencia ecológica.

**ARTICULO 33.**—Las limitaciones previstas en este Reglamento no serán aplicables a vehículos automotores destinados a:

- I.—Servicios Médicos;
- II.—Seguridad Pública;
- III.—Bomberos;
- IV.—Servicio público local de transporte de pasajeros, de acuerdo con las modalidades que se determinen, y
- V.—Servicio de transporte de uso privado en los casos en que sea manifiesto o se acredite un estado de emergencia.

**ARTICULO 34.**—En el territorio de los municipios conurbados al Distrito Federal, podrán aplicarse las medidas señaladas en el artículo 32 del presente Reglamento para prevenir y controlar contingencias ambientales y emergencias ecológicas y, en su caso, actuar en coordinación con la Secretaría, en los términos del acuerdo que ésta celebre con el Gobierno del Estado de México y, con su participación, con los municipios respectivos, con la intervención del Departamento en su caso.

**ARTICULO 35.**—Se deberán retirar de la circulación los vehículos automotores que circulen, cuando en forma ostensible se aprecie que las emisiones de contaminantes pueden rebasar los límites máximos permisibles determinados en las normas técnicas ecológicas aplicables.

En este caso, el vehículo deberá ser trasladado a un centro de verificación autorizado para que se constate si dichas emisiones rebasan o no los límites máximos permisibles.

En el supuesto de que no se rebasen, el centro de verificación expedirá la constancia respectiva y no se cobrará producto alguno por la verificación cuando el centro de que se trate estuviere operado directamente por alguna autoridad.

En el caso de que se rebasen los límites permisibles, el conductor tendrá un plazo de 30 días naturales para presentar nuevamente a verificación su vehículo y subsanar las deficiencias detectadas, pudiendo circular en ese período sólo para ser conducido al taller respectivo.

## CAPITULO IV

### Sanciones

#### Sanciones a conductores de vehículos

##### Sección Primera

**ARTICULO 36.**—Las violaciones a los preceptos de la Ley, este Reglamento, las normas técnicas ecológicas y demás disposiciones aplicables en la materia, constituyen infracción y serán sancionadas, en el ámbito de sus respectivas competencias, por las autoridades federales o locales en los términos de los ordenamientos federales o locales aplicables.

**ARTICULO 37.**—Los conductores de los vehículos automotores que circulen en el Distrito Federal e infrinjan lo establecido en este Reglamento, serán sancionados en los siguientes términos:

I.—Con multa por el equivalente de 20 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, en el momento de imponer la sanción, por conducir vehículos automotores que, estando incluidos en un programa de verificación vehicular obligatoria, no hayan sido presentados a verificación dentro del plazo establecido;

II.—Con multa por el equivalente de 24 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, en el momento de imponer la sanción, por conducir vehículos automotores cuyas emisiones conta-

minantes excedan de los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera, siempre que así se determine por un centro de verificación vehicular autorizado y se compruebe que dichos vehículos no han sido presentados a segunda verificación en el plazo fijado conforme a los artículos 22 y 35 de este Reglamento, y

III.—Con multa por el equivalente de 30 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción, por infringir las medidas que dicten las autoridades competentes para prevenir y controlar contingencias ambientales o emergencias ecológicas derivadas de las emisiones contaminantes de los vehículos automotores, y las que se dicten conforme al artículo 32 del Reglamento.

Los propietarios de los vehículos automotores cuya conducción se sancione en los términos de las fracciones anteriores, serán solidariamente responsables con los conductores de los mismos, del pago de las multas que se hubieren impuesto.

ARTICULO 38.—Sin perjuicio de la imposición de las multas a que se refiere el artículo anterior, los vehículos cuyos conductores incurran en las fracciones I y II de dicho numeral, serán retirados de la circulación hasta en tanto se subsanen las irregularidades y obtengan la calcomanía o la constancia respectiva.

ARTICULO 39.—Tratándose de los supuestos contemplados en el artículo 32 de este Reglamento, y sin perjuicio de la imposición de las multas correspondientes, se atenderá a las siguientes medidas:

I.—En el caso de que los vehículos automotores se encuentren circulando en zonas o vías limitadas, serán retirados de dichas zonas o vías, y remitidos a los depósitos vehiculares respectivos, a efecto de que el conductor, previo el pago de la multa y derechos correspondientes, solicite la devolución del vehículo, y

II.—En el caso de los vehículos automotores, cuyos conductores no respeten las restricciones generales que se dicten, serán retirados a los depósitos vehiculares autorizados durante el tiempo que dure la restricción.

ARTICULO 40.—Los conductores de los vehículos que no acaten las medidas de contingencia ambiental o de emergencia ecológica, además del retiro y depósito del vehículo de que se trate, se harán acreedores al arresto administrativo hasta por 36 horas, a que se refiere el artículo 171, fracción III de la Ley, en el caso de que no cubran las multas contempladas en la fracción III del artículo 37 de este Reglamento.

ARTICULO 41.—El Departamento podrá suspender o revocar la concesión o permiso otorgados para la prestación del servicio público local de transporte de pasajeros a quienes incumplan las medidas de limitación o restricción de circulación vehicular, sin perjuicio de la sanción que corresponda.

## Sección Segunda

### De los propietarios o responsables de los centros de verificación

ARTICULO 42.—Se sancionará a los propietarios o responsables de los centros, en los siguientes términos:

I.—Con multa hasta por el equivalente a 100 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción, cuando en el centro de verificación obligatoria no realicen las verificaciones en los términos de las normas técnicas ecológicas aplicables;

II.—Con multa hasta por el equivalente de 500 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción, cuando en un centro de verificación obligatoria se expidan constancias que no se ajusten a la verificación realizada, y

III.—Con multa hasta por el equivalente de 1,000 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción, cuando operen un centro de verificación obligatoria en contravención a los términos y condiciones de la autorización correspondiente.

ARTICULO 43.—Sin perjuicio de la imposición de las multas previstas en el artículo anterior, procederá la suspensión de la autorización para realizar verificaciones y expedir constancias con reconocimiento oficial de los centros de verificación vehicular obligatoria autorizados, cuyos propietarios y responsables:

I.—Alteren o modifiquen los términos o condiciones de la autorización;

II.—No proporcionen el mandamiento necesario para el adecuado funcionamiento del equipo e instalación de los centros;

III.—No presten el servicio de verificación con la debida eficiencia y prontitud a los particulares;

IV.—No acrediten, a juicio de la autoridad que otorgó la autorización, contar con personal capacitado para la prestación del servicio, y

V.—Que por sí o por terceras personas obstaculicen la práctica de las supervisiones que realicen las autoridades competentes.

ARTICULO 44.—Sin perjuicio de las sanciones que se impongan conforme a lo dispuesto en este Reglamento, procederá la revocación de la autorización en los siguientes casos:

I.—Cuando las verificaciones no se realicen conforme a las normas técnicas ecológicas aplicables o en los términos de la autorización otorgada;

II.—Cuando en forma dolosa o negligente se alteren los procedimientos de verificación;

III.—Cuando se alteren las tarifas autorizadas;

IV.—Cuando transcurrido el plazo fijado por la autoridad competente no se hubieren subsanado las causas que dieron motivo a la suspensión de la autorización en los términos del artículo 15 de este Reglamento;

V.—Cuando quien preste los servicios de verificación, deje de tener la capacidad o las condiciones técnicas necesarias para la debida prestación de este servicio, y

VI.—Cuando por dos ocasiones se hubiere determinado la suspensión de la autorización correspondiente.

ARTICULO 45.—Las sanciones que se impongan con motivo de la aplicación de este Reglamento podrán ser recurridas por los interesados en los términos del Capítulo V, Título Sexto de la Ley.

#### TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.—El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente al de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

ARTICULO SEGUNDO.—Publíquese en la "*Gaceta Oficial*" del Departamento del Distrito Federal.

ARTICULO TERCERO.—La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, promoverá la celebración de un acuerdo de coordinación con el Gobierno del Estado de México y, con su participación, con los municipios de la zona conurbada al Distrito Federal, para la aplicación de este Reglamento en dicha zona.

ARTICULO CUARTO.—La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, en coordinación con la Secretaría de Salud, en lo referente a la salud humana, ex-

pedirá las normas técnicas ecológicas que señalen los niveles máximos permisibles de concentración de contaminantes en la atmósfera, a efecto de prevenir y controlar contingencias ambientales y emergencias ecológicas, de conformidad con lo dispuesto por el Capítulo IV de este Reglamento.

ARTICULO QUINTO.—La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, promoverá ante los gobiernos de las entidades federativas cercanas a la zona metropolitana de la Ciudad de México, se exija la presentación de las constancias de verificación vehicular obligatoria respecto de los vehículos automotores dados de baja en el Distrito Federal o los municipios de su zona conurbada, que pretendan ser inscritos o dados de alta en dichas entidades.

ARTICULO SEXTO.—En tanto la Legislación del Estado de México y las correspondientes autoridades municipales, en la esfera de sus competencias expiden las disposiciones legales y los reglamentos, bandos y ordenanzas municipales respectivos, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología aplicará las medidas y sanciones que prevé este Reglamento en los municipios conurbados al Distrito Federal, conforme a lo previsto en el Artículo Segundo Transitorio de la Ley.

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los dieciocho días del mes de noviembre de mil novecientos ochenta y ocho.—*Miguel de la Madrid H.*—Rúbrica.—El Secretario de Comunicaciones y Transportes, *Daniel Díaz Díaz.*—Rúbrica.—El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, *Gabino Fraga Mourret.*—Rúbrica.—El Secretario de Salud, *Guillermo Scherón Acevedo.*—Rúbrica.—El Jefe del Departamento del Distrito Federal, *Ramón Aguirre Velázquez.*—Rúbrica.

## ENTIDADES FEDERATIVAS

### QUERETARO

Diario Oficial de la Federación del 26 de mayo de 1988

#### LIC. MARIANO PALACIOS ALCOCER

Gobernador Constitucional del Estado Libre y Soberano de Querétaro Arteaga, a los habitantes del mismo, sabed que:

La Cuadragésima Octava Legislatura Constitucional del Estado Libre y Soberano de Querétaro Arteaga, en uso de las facultades que le confiere el Artículo 63 de la Constitución Política Local y

#### EXPOSICION DE MOTIVOS

La descentralización de la vida nacional constituye dentro de nuestro sistema jurídico un proceso de importancia histórica fundamental, toda vez que las reformas constitucionales y legales que se han venido promulgando en los últimos años apuntan a regular y propiciar la solución de los grandes problemas nacionales.

Uno de tales problemas lo es sin duda el ecológico; y precisamente hacia su solución deben encauzarse hoy los suficientes esfuerzos que correspondan a la gravedad del problema. El primer paso es el jurídico, pues no podemos olvidar que nuestro sistema de vida se caracteriza y funda en el estado de derecho; es decir, en mantener el conjunto de posibilidades que nos permitan a los mexicanos regir nuestra vida con arreglo a normas e instituciones jurídicas.

Las reformas a los artículos 27 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos aprobadas en 1987, permitieron la reformulación de la legislación ambiental con la iniciativa del Ejecutivo Federal denominada Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de reciente vigencia.

La facultad de entidades federativas y municipios para emitir normas jurídicas en la materia, es sin duda un gran paso en el proceso de descentralización pues de esta suerte se expresa la voluntad política nacional de otorgar a las comunidades locales las condiciones más favorables para resolver sus propios problemas.

Lo anterior constituye una reforma jurídica de singular trascendencia. Recordemos que en el pasado la materia ambiental estuvo reservada a la federación, a pesar de que la naturaleza de la problemática ecológica requiere en la mayoría de los casos de políticas locales que sólo pueden ser diseñadas y aplicadas de manera correcta dentro del contexto regio-

nal respectivo y acordes con la existencia de una vida política nacional.

La presente iniciativa estatal se da en cumplimiento estricto a la fracción XXIX-G del artículo 73 constitucional, dejando que las competencias que la Ley otorga a estados y municipios sean desarrolladas y precisadas por las legislaturas locales y los ayuntamientos.

La transmisión de facultades en materia ambiental del legislativo federal al estatal implica ya un principio de descentralización, pero su alcance es mayor cuando se propicia la participación de las legislaturas locales, ya que son éstas las que dan al proyecto bases sociales.

Los congresos locales tienen la gran ventaja de intervenir representando a la sociedad en su conjunto, en contraposición al enfoque tradicional de enfrentar la problemática ecológica con un esquema sectorial. La sociedad no es homogénea ante el deterioro ecológico; presenta diversos frentes y en cada uno de ellos el peso específico de los sectores es distinto. Lo más complejo es repartir el nivel de responsabilidad en forma equitativa, especialmente en el rubro de costos y beneficios. Por ello, los congresos, con una visión integral, ofrecen la gran oportunidad de obtener el justo equilibrio entre la responsabilidad del Ejecutivo a través de una rectoría estatal, una gestión ambiental y una orientación del gasto público con respecto a las responsabilidades de los distintos protagonistas de la sociedad civil.

Se trata de ir generando una conciencia colectiva tanto en el tema como en el proceso de toma de decisiones, así como de asegurar su aplicabilidad y continuidad. Sólo así se puede dar una lucha real contra el deterioro ecológico y avanzar hacia la racionalización en el uso y manejo de los recursos naturales colectivos, evitando que se privaticen y dejen a un lado el costo social de su explotación.

Con base en lo anterior, el proceso legislativo de la entidad en materia ecológica se reafirma con el reciente ordenamiento federal que constituye un aporte significativo dentro del marco normativo de la política ecológica en 3 aspectos primordiales.

1.—La concurrencia de los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal

Con la modernización y actualización del marco normativo de la ecología, es imprescindible hacer participar de una manera integral a los tres niveles de gobierno en la solución de problemas ecológicos regionales que no han sido resueltos y revertir las tendencias y los impactos más adversos ocasionados al medio ambiente por el crecimiento económico, impul-

sando una participación más activa de los municipios y otorgándoles una capacidad de dictar medidas que permitan combinar de la mejor manera posible la prevención y el control de la contaminación y la protección de los recursos naturales, con las necesidades del desarrollo y el consecuente bienestar social.

2.—Fundamentar el lenguaje jurídico en los conocimientos científicos de la ecología

La ecología tiene una base científica, interdisciplinaria, con una visión totalmente dinámica e integral que se fundamenta en la interacción de los seres vivos con un entorno, incluyendo al hombre. Sustentar un ordenamiento jurídico en conocimientos científicos es un gran reto. Lograr lo anterior, implica introducir los conceptos ecológicos en planes, programas y delinear una estrategia de gobierno y un conjunto de normas jurídicas que tiendan a conformar un derecho ambiental mexicano.

3.—La posibilidad de abordar la problemática ecológica a partir de una concepción integral que atienda tanto las causas como a los efectos del deterioro ambiental

La nueva Ley General marca una nueva tendencia conceptual y estratégica del tema, ya que considera una visión integral del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; identifica por una parte las causas del deterioro para actuar en forma preventiva con relación al aprovechamiento, enriquecimiento y manejo racional de los recursos naturales, correlacionándolos.

La vinculación de la ecología con los procesos productivos en su conjunto, representa su contribución al cambio estructural e implica dar un valor patrimonial real, explícito y cuantificable a los recursos naturales; aprovechar las materias primas, procesos y desechos que generen, en forma consecuente con su impacto ambiental; evolucionar con su compatibilidad con las actividades humanas productivas y ponderar el beneficio social de sus acciones.

El Estado mexicano en los años cuarenta propició un desarrollo industrial acelerado en varios puntos del país, con una política de fácil acceso a las materias primas a bajo costo, concesiones atractivas de recursos naturales, incentivos fiscales y un apoyo a través del gasto público y subsidios para la realización de infraestructura y dotación de servicios, que trajo consecuencias negativas muy evidentes sobre los ecosistemas.

En esta entidad proliferaron durante los últimos quince años zonas de alta productividad económica que generaron gran parte de la problemática ecológica actual y que han contribuido al desequilibrio regional entre el Querétaro urbano y el rural, lo que constituye un síntoma generalizado en el resto del territorio nacional.

Querétaro ocupa una posición geográfica central, clave, amortiguadora hacia el norte del país. Su proximidad al Valle de México, su crecimiento demográfico urbano superior a la media nacional, su pujante esquema industrial y el agobio de su medio rural, lo hacen altamente susceptible a los efectos de descentralización y a los cambios que se produzcan entre los elementos que determinan su desarrollo equilibrado.

Afronta el reto de tener que absorber una presión constante y creciente sobre sus recursos naturales. La multiplicación y complejidad de las manifestaciones negativas que se observan en el agua, aire, suelo y demás elementos, indican un deterioro progresivo de su ambiente. Las soluciones se presentan cada vez más difíciles, costosas y de largo plazo.

El ejemplo más representativo e impactante se refiere al uso del agua que ha propiciado dos fenómenos de creciente gravedad: a) el abatimiento de los mantos acuíferos y por tanto las afectaciones en los costos de extracción, y b) la contaminación del recurso; es decir, deterioro de su calidad.

El manejo de otros recursos naturales, como la flora y la fauna silvestres, y el de los desechos urbanos e industriales, independientemente de las medidas correctivas tomadas, arrastran muchas de las fallas estructurales iniciadas hace casi medio siglo.

En la Entidad existen las condiciones para cerrar la brecha de los rezagos y omisiones que afectan el ambiente a través de la formación de personal calificado, establecimiento de bancos de información que permitan diagnósticos confiables para la toma de decisiones y la implantación de mecanismos, instrumentos y programas de acción. Lo anterior está sujeto a las condiciones que propicien su integración económica y su compromiso social.

La ecología requiere una expresión económica a través de instrumentos financieros específicos; una expresión ideológica a través de mecanismos de apropiación y transformación de los recursos naturales, más justos, que incluya al recurso humano; una expresión política a través de instrumentos que la transformen en algo que interesa al conjunto de la sociedad y una expresión normativa clara, a través de disposiciones legales que ordenen la conducta ecológica de todos los sectores.

Por ello, la iniciativa que se presenta recoge las facultades que se le otorgan para prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera; de participar en la prevención y control de la contaminación de las aguas, especialmente en lo que se refiere al agua para el uso o consumo humano en los centros de población; de prevenir y controlar la contaminación por ruido, energía térmica, luminica, vibraciones; de fomentar la educación y concientización ciudadana; de crear zonas de reserva ecológica de interés estatal o municipal; de establecer sistemas de evaluación del impacto ambiental para los casos que no están comprendidos en la esfera federal; y de establecer y aplicar las sanciones en el ámbito de su competencia.

Todo ello, bajo la consideración de que paulatinamente puede irse ampliando el campo de las facultades a transferirse a las entidades federativas y municipios, a través de un cuidadoso pero también vigoroso impulso de los convenios de coordinación y delegación dispuestos en la ley general.

Lo complejo del tema y los pocos antecedentes en el proceso legislativo a nivel estatal y municipal en la materia, constituyen fuertes limitaciones en la formulación de disposiciones, a la vez que representan graves retos para transformar el crecimiento en un verdadero desarrollo regional.

El documento que sometemos a su consideración está estructurado en siete títulos: el primero, desti-

do a las disposiciones generales; el segundo trata la concurrencia del Estado y de los Municipios, de la gestión ambiental y la participación social; el título tercero hace mención a la política ecológica estatal; el cuarto trata de la conservación de los recursos naturales y de la preservación y restauración del equilibrio ecológico; el título quinto se refiere a la protección del ambiente; el sexto a la regulación de actividades que pueden generar efectos nocivos, y el título séptimo se dedica a las medidas de control, de seguridad y sanciones.

El Título Primero contiene un solo capítulo de normas preliminares, en donde se establece el carácter reglamentario de la presente iniciativa respecto de las disposiciones constitucionales; además, se precisa el objeto de la Ley y sus conceptos fundamentales.

El Título Segundo contiene tres capítulos. El primero de ellos describe el sistema de concurrencia entre el Estado y los Municipios para dar cumplimiento a las disposiciones de la iniciativa.

El Capítulo II enfatiza la gestión de los asuntos ecológicos a nivel estatal y la estrecha coordinación de los sectores público, social y privado en la realización de acciones en materia ecológica.

En el Capítulo III se plantea la participación activa de la sociedad, propósito que se deriva de la política general de fortalecer la corresponsabilidad social en materia ecológica.

El Título Tercero, que consta de tres capítulos, se refiere a la política ecológica estatal y municipal y establece en su Capítulo I los principios que deben regirse en la formulación y conducción de la política para asegurar su cabal aplicación, sobre todo en acciones de mediano y largo plazo.

En el Capítulo II se precisan los instrumentos para la ejecución de la política ecológica, los que están vinculados con las estrategias del desarrollo que tienen impactos en el equilibrio ecológico.

En el Capítulo III se establece la facultad de los Ayuntamientos para definir, con arreglo a las normas generales y a las características de la realidad local, los principios de la política ecológica municipal.

El Título Cuarto de la conservación de recursos naturales y preservación y restauración del equilibrio ecológico, se divide en cinco Capítulos: I, las áreas naturales protegidas del Estado; II, declaratorias para su establecimiento, conservación y vigilancia; III, el sistema estatal de áreas naturales protegidas; IV, la preservación y restauración del equilibrio ecológico, y V, del uso racional del agua.

En este Título se describen los propósitos del establecimiento, conservación, administración, desarrollo y vigilancia de las áreas naturales protegidas de jurisdicción local y se agrupan éstas en un sistema que permita unificar su manejo y administración.

Merece destacarse la incorporación explícita y clara de criterios para la preservación y restauración del equilibrio ecológico en la entidad que abre la posibilidad de incidir localmente en la conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales, así como en la preservación de las relaciones de dependencia que se dan entre ellos.

Almente, recibe un tratamiento especial el agua recurso natural, en virtud de que, por las ca-

racterísticas agroclimáticas de la entidad, su disponibilidad es reducida en gran parte de su territorio, lo que aunado a la sobreexplotación de acuíferos y a la contaminación de cuerpos receptores, se traduce en una pérdida paulatina de su potencialidad.

El Título Quinto, de la protección al ambiente, se integra por cuatro capítulos que en su conjunto contienen el marco de acción de la entidad y los municipios, en lo que se refiere a la prevención y control de contaminantes que se liberan en el ambiente.

En la prevención de la contaminación atmosférica es donde mayor participación tienen, ya que se les otorga competencia para regular la mayoría de las fuentes emisoras de contaminantes: las naturales, las industriales, los giros menores y las móviles, como el tránsito vehicular, excluyendo el transporte federal. Respecto a la contaminación del agua, su competencia es más reducida, dado que sólo se les faculta para regular las aguas de jurisdicción estatal y las asignadas por la federación para la prestación de servicios. En cuanto a la emisión del ruido, vibraciones, energía térmica, luminica, sus atribuciones son más operativas, ya que se refieren a la aplicación de medidas para evitar que se rebasen los límites permisibles.

La contaminación visual adquiere una dimensión muy importante en la entidad por la tradicional belleza arquitectónica de sus ciudades y de su paisaje natural; por ello, no podía dejarse de incluir en esta iniciativa un capítulo al respecto.

El Título Sexto se integra por cuatro capítulos y en ellos se regulan las actividades que pueden generar efectos nocivos. En primer término se contemplan las actividades que no son consideradas altamente riesgosas, mismas que habrán de determinarse en congruencia con las que la federación defina en ese sentido.

El Segundo Capítulo trata de la extracción de minerales que constituyan depósitos de naturaleza semejante a la composición de los terrenos, como rocas o los productos de su fragmentación y que sólo pueden usarse para la construcción u ornamento.

El Capítulo III prevé la emisión de disposiciones para preservar y restaurar el equilibrio ecológico en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios municipales.

El Capítulo IV regula la localización, instalación y funcionamiento de sistemas de manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos.

Finalmente, en el Título Séptimo, denominado medidas de control de seguridad y sanciones, se establece que en los actos de inspección y vigilancia, ejecución de medidas de seguridad, e imposición de sanciones, seguimientos y recursos administrativos, se estará en lo dispuesto en esta Ley. Para ello se divide en siete Capítulos que son:

- I. Observancia de la Ley;
- II. Inspección y Vigilancia;
- III. Medidas de Seguridad;
- IV. Sanciones Administrativas;
- V. Recurso de Inconformidad;
- VI. Delitos de Orden Estatal, y
- VII. Denuncia Popular.

Se establece así, que las violaciones a los preceptos de esta Ley y sus disposiciones reglamentarias serán sancionadas por la Secretaría y Autoridades Municipales en el ámbito de sus respectivas competencias.

Por lo que se refiere a la Denuncia Popular, se toma la legislación federal vigente, en la que se señalan plazos precisos para su resolución por parte de las autoridades responsables de su cumplimiento y se establece que quienes sufran daños o perjuicios de infracciones a este ordenamiento, podrán solicitar a la Secretaría la formulación del dictamen técnico, que tendrá valor de prueba pericial ante Autoridades Judiciales.

Con ello se perfecciona este procedimiento, que ahora considera tiempos de resolución de denuncias presentadas por personas físicas o morales y apoya a quienes resulten afectados.

## LEY ESTATAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

### TITULO PRIMERO

#### CAPITULO UNICO

##### *Normas preliminares*

ARTICULO 1º—La presente Ley es reglamentaria de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Querétaro Arteaga en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, por lo que sus disposiciones son obligatorias en el ámbito territorial sobre el que aquél ejerce su soberanía y jurisdicción.

ARTICULO 2º—Las normas de esta Ley son de orden público e interés social y tienen por objeto fijar las bases para establecer:

I.—La concurrencia de estado y municipio en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

II.—Los principios de la política ecológica estatal y la regulación de la forma y términos de su aplicación;

III.—El ordenamiento ecológico local;

IV.—La preservación y restauración del equilibrio ecológico y el mejoramiento del ambiente en las zonas y bienes de jurisdicción estatal;

V.—La protección de las áreas naturales de la entidad y el aprovechamiento racional de sus elementos naturales, de manera que la obtención de beneficios económicos sea congruente con el equilibrio de los ecosistemas;

VI.—La preservación y control de la contaminación del aire y del agua, y

VII.—La coordinación entre las diversas dependencias y entidades de los gobiernos estatal y municipales, así como la participación corresponsable de la sociedad civil, en las materias que regula este ordenamiento.

Todas las demás normas estatales o municipales relativas a la materia de esta Ley se aplicarán de manera supletoria.

ARTICULO 3º—Se consideran de utilidad pública:

I.—El ordenamiento ecológico del territorio del Estado en los casos previstos por ésta y demás leyes aplicables;

II.—El establecimiento de zonas prioritarias de preservación y restauración del equilibrio ecológico, y

III.—Todas las demás acciones que tiendan a cumplir los fines de la presente Ley, en congruencia y sin perjuicio de la competencia y atribuciones de la federación.

ARTICULO 4º—Para efectos de esta Ley se entiende por:

**AGUAS RESIDUALES:** Las aguas provenientes de actividades domésticas, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias o de cualquier otra actividad humana y que por el uso recibido se le hayan incorporado contaminantes, en detrimento de su calidad original;

**AMBIENTE:** El conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados;

**AREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO:** Las zonas del territorio de la entidad que han quedado sujetas al régimen de protección para: preservar ambientes naturales; salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres; lograr el aprovechamiento racional de los recursos naturales y mejorar la calidad del ambiente en los centros de población y sus alrededores;

**APROVECHAMIENTO RACIONAL:** La extracción y utilización de los elementos naturales, en forma que resulte eficiente y socialmente útil y procure su preservación y la del ambiente;

**CONSERVACION:** La permanencia de los elementos de la naturaleza, lograda mediante la planeación ambiental del desarrollo a fin de asegurar para las generaciones presente y venideras, un ambiente propicio para su desarrollo y los recursos naturales que les permitan satisfacer sus necesidades;

**CONTAMINANTE:** Toda materia o energía natural, producida artificialmente, en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse al ambiente resulte nociva para los organismos vivos que lo habitan y para los bienes materiales del hombre;

**CONTAMINACION:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir en el bienestar y la salud de las personas; atentar contra la flora y la fauna o causar desequilibrio ecológico;

**CONTAMINACION VISUAL:** Alteración de las cualidades de la imagen de un paisaje natural o urbano causada por cualquier elemento funcional o



simbólico que tenga carácter comercial, propagandístico o de servicio;

**CONTINGENCIA AMBIENTAL:** Situación de riesgo derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que pueden poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas;

**CONTROL:** Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento;

**CULTURA ECOLOGICA:** Conjunto de conocimientos, hábitos y actitudes que mueven a una sociedad a actuar en armonía con la naturaleza; transmitidos a través de generaciones o adquiridos por medio de la educación ambiental;

**CRITERIOS ECOLOGICOS:** Los lineamientos destinados a preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente;

**DESEQUILIBRIO ECOLOGICO:** La alternación de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente a la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

**ECOSISTEMA:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el medio físico en un espacio y tiempo determinados;

**EDUCACION AMBIENTAL:** Proceso permanente y sistematizado de aprendizaje mediante el cual un individuo cualquiera adquiere conciencia de ser parte integrante de la naturaleza y actúa positivamente hacia ella;

**EQUILIBRIO ECOLOGICO:** La relación armónica de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

**ELEMENTOS NATURAL:** Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinados, sin la inducción del hombre;

**EMERGENCIA ECOLOGICA:** Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que afecta la integridad de uno o varios ecosistemas;

**FAUNA SILVESTRE:** Las especies animales terrestres que subsisten sujetas a los procesos de selección natural, cuyas poblaciones habitan temporal o permanentemente en el territorio estatal y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y aprobación;

**FLORA SILVESTRE:** Las especies vegetales terrestres que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente en el territorio estatal, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre;

**FLORA Y FAUNA ACUATICAS:** Las especies biológicas y elementos biogénicos que tienen como

medio de vida temporal, parcial o permanente, el agua;

**IMPACTO AMBIENTAL:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;

**MANIFESTACION DEL IMPACTO AMBIENTAL:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo que generarían una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo;

**MEJORAMIENTO:** La modificación planeada de los elementos y condiciones de un ambiente alterado, a fin de beneficiar a los organismos vivos que lo habitan y proteger los bienes materiales del hombre;

**ORDENAMIENTO ECOLOGICO LOCAL:** El proceso de planeación y la aplicación de las medidas que se deriven, dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en las zonas de jurisdicción estatal, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente;

**PRESERVACION:** El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;

**PREVENCIÓN:** El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente;

**PROTECCION:** El conjunto de políticas y medidas para mejorar al ambiente y prevenir y controlar su deterioro;

**RECURSO NATURAL:** El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre;

**RESIDUO:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;

**RESIDUOS PELIGROSOS:** Todos aquellos residuos en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas, irritantes o mutagénicas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente;

**RESTAURACION:** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;

**TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL:** Proceso a que se someten las aguas residuales, con el objeto de disminuir o eliminar las características perjudiciales que se le hayan incorporado;

**VOCACION NATURAL:** Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos y para mantener la tasa de renovación de las especies;

**SECRETARIA:** La Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Ecología.

## TITULO SEGUNDO

### De la concurrencia de estado y municipios, de la gestión ambiental y la participación social

#### CAPITULO I

##### Concurrencia de estado y municipios

ARTICULO 5º.—Son asuntos de competencia local los siguientes:

I.—La formulación y conducción de la política y de los criterios ecológicos de esta entidad, sin perjuicio de la aplicación de los que formule la federación en el ejercicio de sus atribuciones;

II.—La preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas del territorio del estado;

III.—La prevención y control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales, en forma aislada o participativa con la federación cuando la magnitud o gravedad de los desequilibrios ecológicos o daños al ambiente así lo requieran;

IV.—La regulación de las actividades que no sean consideradas como altamente riesgosas, cuando por los efectos que puedan generar, se afecten ecosistemas de esta entidad o sus municipios;

V.—La regulación, creación y administración de parques urbanos y zonas sujetas a conservación ecológica;

VI.—La prevención y control de la contaminación de la atmósfera generada en zonas o por fuentes emisoras de jurisdicción estatal o municipal;

VII.—El establecimiento de las medidas para hacer efectiva la prohibición de emisiones contaminantes que rebasen los niveles máximos permisibles en el estado y municipios por ruido, vibraciones, energía térmica y luminica, perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, salvo en las zonas o en los casos de fuentes emisoras de jurisdicción federal;

VIII.—La regulación del aprovechamiento racional y la prevención y el control de la contaminación de aguas de jurisdicción estatal;

IX.—La prevención y control de la contaminación de aguas federales que el estado o los municipios tengan asignadas o concesionadas para la prestación de servicios públicos y de las que se descarguen en las redes de alcantarillado de los centros de población, sin perjuicio de las facultades de la federación en materia de tratamiento, descarga, infiltración y reúso de aguas residuales, conforme a las leyes aplicables;

X.—El ordenamiento ecológico local, particularmente en los asentamientos humanos, a través de los programas de desarrollo urbano y demás instrumentos regulados en esta ley y en las disposiciones locales aplicables;

XI.—La evaluación de impacto ambiental de los proyectos de obras, acciones y servicios a que se refiere el artículo 32 de esta Ley;

XII.—La regulación con fines ecológicos del aprovechamiento de los minerales o sustancias no reservadas a la federación que constituyan depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su fragmentación que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamentos;

XIII.—La supervisión de la adecuada conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales desde su extracción hasta su transformación en materias primas;

XIV.—La vigilancia de la utilización racional de los elementos naturales cuando son insumos en el proceso de transformación y la promoción de la reutilización de subproductos;

XV.—La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de agua potable, alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros, calles, parques urbanos, jardines, tránsito y transporte local;

XVI.—La regulación del manejo y disposición fiscal de los residuos sólidos que no sean peligrosos conforme a esta Ley y sus disposiciones reglamentarias;

XVII.—La protección del paisaje y de la imagen de los centros de población contra la contaminación visual, y

XVIII.—Los demás a que se refiere esta Ley u otros ordenamientos jurídicos complementarios y supletorios.

En el ejercicio de sus atribuciones, las dependencias y entidades del estado y los municipios observarán las disposiciones de esta Ley y los demás ordenamientos que de ella se deriven y aplicarán las normas técnicas ecológicas que se expidan.

ARTICULO 6º.—Corresponde al gobierno del estado:

I.—La formulación y conducción de la política y de los criterios ecológicos en congruencia con los que, en su caso, hubiere formulado la federación;

II.—La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en áreas que abarquen dos o más municipios, salvo cuando se refieran a espacios reservados a la federación por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, u otros ordenamientos;

III.—La prevención y control de emergencia ecológicas y contingencias ambientales cuando se afecten áreas de dos o más municipios y no se rebase el territorio de la entidad. La federación participará cuando la magnitud o gravedad de los desequilibrios ecológicos o daños al ambiente así lo requiera;

IV.—La regulación de actividades que no sean consideradas como altamente riesgosas, cuando por los

os que puedan generar, se afecten ecosistemas de esta entidad o de sus municipios;

V.—La regulación de las áreas naturales protegidas de jurisdicción local; así como su creación y administración en coordinación con los municipios que corresponda,

VI.—La prevención y control de la contaminación de la atmósfera generada por fuentes industriales o por aquellas que no sean de jurisdicción local;

VII.—La regulación del aprovechamiento racional, así como la prevención y control de la contaminación de aguas de jurisdicción estatal;

VIII.—La prevención y control de la contaminación de aguas federales asignadas o concesionadas al gobierno del estado para la prestación de servicios públicos, sin perjuicio de las facultades de la Federación, en materia de tratamiento, descarga, infiltración y reúso de aguas residuales;

IX.—La aplicación de los criterios de la federación en las obras e instalaciones municipales de tratamiento de aguas residuales, a fin de que las descargas en cuerpos y corrientes de agua que pasen al territorio de otra entidad federativa, satisfagan las normas técnicas ecológicas aplicables;

X.—El ordenamiento ecológico local, con el apoyo de los municipios, particularmente en los asentamientos humanos, a través de los programas de desarrollo urbano y demás instrumentos regulados en esta ley y en las disposiciones locales aplicables;

XI.—La evaluación del impacto ambiental de los proyectos, obras, acciones y servicios a que se refiere el artículo 32 de esta Ley;

XII.—La regulación con fines ecológicos del aprovechamiento de los minerales o sustancias no reservadas a la federación, que constituyen depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su fragmentación que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para construcción u ornamentos;

XIII.—La supervisión de la adecuada conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales, desde su extracción hasta su transformación en materias primas;

XIV.—La vigilancia de la utilización racional de los elementos naturales cuando son insumos en el proceso de transformación; y la promoción de la utilización de subproductos;

XV.—La regulación de las obras, instalaciones, equipos y acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental en los centros de población en relación con los efectos derivados de los servicios municipales;

XVI.—La regulación de las obras, instalaciones, equipos y acciones para el manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos, conforme a esta Ley y sus disposiciones reglamentarias;

XVII.—La regulación de las áreas de la entidad que tengan un valor escénico o de paisaje, para protegerlas de la contaminación visual;

XVIII.—La concertación de acciones con los sectores social y privado, en las materias de esta Ley;

XIX.—El establecimiento de las medidas necesarias para hacer efectivas las obligaciones derivadas de la presente Ley y sus reglamentos;

XX.—El establecimiento de sanciones administrativas por violaciones a la presente Ley y sus reglamentos, y

XXI.—Los demás que conforme a esta Ley le correspondan.

Con fundamento en estas disposiciones, el gobierno del estado emitirá los ordenamientos y demás disposiciones necesarias, para proveer al cumplimiento de la presente Ley.

ARTICULO 7º.—Corresponde a los municipios de la entidad, dentro de sus respectivas jurisdicciones;

I.—La formulación y conducción de la política y de los criterios ecológicos en congruencia con los que en su caso hubiere formulado la federación y el gobierno de la entidad;

II.—La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en sus respectivas circunscripciones territoriales, salvo cuando se refieran a asuntos reservados a la federación o al gobierno del estado;

III.—La preservación y control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales, cuando la magnitud o gravedad de los desequilibrios ecológicos o daños al ambiente no rebasen el territorio municipal o no hagan necesaria la participación del gobierno del estado o de la federación;

IV.—La creación y administración de áreas naturales protegidas de jurisdicción local, en coordinación con el gobierno del estado;

V.—La prevención y control de la contaminación de la atmósfera, generada por fuentes fijas de giros menores, fuentes naturales, quemas y fuentes móviles, excepto el transporte federal;

VI.—La verificación del cumplimiento de las normas técnicas ecológicas de emisión máxima permisible de contaminantes a la atmósfera, por parte de los giros menores y de las fuentes móviles, excepto el transporte federal, mediante el establecimiento y operación de sistemas de verificación;

VII.—El establecimiento de medidas para retirar de la circulación los vehículos automotores que rebasen los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes a la atmósfera que establezcan los reglamentos y normas técnicas ecológicas aplicables;

VIII.—La puesta en práctica de medidas de tránsito y vialidad para evitar que los niveles de concentración de contaminantes en la atmósfera emitidos

por los vehículos automotores, rebasen los límites máximos permisibles que determinen los reglamentos y las normas técnicas ecológicas aplicables;

IX.—El condicionamiento de las autorizaciones para el uso del suelo o de las licencias de construcción u operación, al resultado satisfactorio de la evaluación de impacto ambiental, en el caso de proyectos de obras, acciones y servicios que se mencionan en el artículo 32 de esta Ley;

X.—La prevención y control de la contaminación de aguas federales que tengan asignadas o concesionadas para la prestación de servicios públicos y de las que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, sin perjuicio de las facultades de la federación en materia de descarga, infiltración y reúso de aguas residuales;

XI.—La verificación del cumplimiento de las normas técnicas ecológicas que se expidan para el vertimiento de aguas residuales en los sistemas de drenaje y alcantarillado;

XII.—El dictamen de las solicitudes de permiso para descargar aguas residuales en los sistemas de drenaje y alcantarillado que administren, con base en las disposiciones que al efecto se establezcan en las normas técnicas ecológicas aplicables;

XIII.—El establecimiento de las medidas para hacer efectiva la prohibición de emisiones contaminantes que rebasen los niveles máximos permisibles y resulten perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, salvo en las zonas o en los casos de fuentes emisoras de jurisdicción federal;

XIV.—La regulación de la imagen de los centros de población para protegerlos de la contaminación visual;

XV.—La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastro, calles, parques urbanos y jardines, tránsito y transporte local;

XVI.—El manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos, así como la vigilancia del manejo de los residuos sólidos industriales no peligrosos;

XVII.—El establecimiento de las medidas necesarias en el ámbito de su competencia, para imponer las sanciones correspondientes por infracciones a la presente Ley o a las ordenanzas, reglamentos y bandos de policía y buen gobierno;

XVIII.—La concertación de acciones con los sectores social y privado en materia de su competencia, conforme a la presente Ley, y

XIX.—Los demás que conforme a esta Ley les corresponden.

Con base en estas disposiciones, los municipios emitirán las ordenanzas, reglamentos y bandos municipales, para proveer al cumplimiento de la presente Ley.

## CAPÍTULO II

### *De la gestión ambiental*

ARTÍCULO 8º.—El ejecutivo estatal podrá celebrar acuerdo de coordinación con la federación en las materias de esta Ley, para realizar actividades o ejercer facultades en bienes y zonas de jurisdicción federal.

Asimismo, podrá celebrar convenios con los gobiernos de otros estados en materia de ecología con la participación que corresponda a la federación.

ARTÍCULO 9º.—El ejecutivo estatal, por conducto de las dependencias competentes, podrá celebrar convenios de coordinación con los municipios, satisfaciendo las formalidades legales que en cada caso procedan, para la realización de acciones en las materias de esta Ley.

Los municipios podrán celebrar convenios entre sí, cuando estas acciones impliquen medidas comunes de beneficio ecológico.

ARTÍCULO 10.—Los municipios, con la intervención que corresponda al ejecutivo estatal, podrán celebrar acuerdos de coordinación con la federación, para la realización de acciones en las materias de esta Ley.

ARTÍCULO 11.—El ejecutivo del estado procurará que en los acuerdos y convenios de coordinación celebrados con la federación o los municipios, se establezcan condiciones que faciliten la descentralización de facultades y recursos financieros para el mejor cumplimiento de esta Ley.

ARTÍCULO 12.—Corresponde al ejecutivo del estado por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Ecología:

I.—Formular y conducir la política ecológica de la entidad;

II.—Formular los criterios ecológicos que deberán observarse en la aplicación de la política ecológica de la entidad; en el aprovechamiento racional de los elementos naturales; en el ordenamiento ecológico local; en la preservación y restauración del equilibrio ecológico, y en la prevención y control de la contaminación del aire y el agua; con la participación que en su caso corresponda a otras dependencias del ejecutivo estatal;

III.—Proponer al ejecutivo estatal la celebración de acuerdos de coordinación con la federación, para la expedición de normas técnicas ecológicas locales;

IV.—Aplicar en la esfera de su competencia esta Ley, sus reglamentos y las normas técnicas ecológicas locales que se expidan en coordinación con la federación, y vigilar su observancia;

V.—Formular y desarrollar programas y realizar las acciones que le competen, a fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente, coordinándose, en su caso, con las demás dependencias del ejecutivo estatal, según sus respecti-

feras de competencia, o con los municipios de la ciudad y con la federación;

VI.—Proponer al ejecutivo estatal la expedición de disposiciones conducentes para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente en la entidad;

VII.—Proponer al ejecutivo estatal la adopción de medidas necesarias para la prevención y control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales y aplicarlas en el ámbito de su competencia;

VIII.—Coordinar la aplicación, por parte de las dependencias y entidades de la administración pública estatal, de las medidas que determine el ejecutivo para la prevención y el control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales;

IX.—Establecer las bases para la administración y organización de las áreas naturales protegidas de jurisdicción local;

X.—Coordinar estudios y acciones para proponer al ejecutivo y a la federación, la creación de áreas naturales protegidas, de acuerdo a lo dispuesto por el Título Cuarto de esta Ley, con la intervención que corresponda a otras dependencias de la administración pública estatal y a los municipios, y participar en las acciones que deban realizarse conforme a las resoluciones del propio ejecutivo;

XI.—Programar el ordenamiento ecológico local en coordinación con las demás dependencias del ejecutivo estatal y con el apoyo de los municipios, en sus respectivas esferas de competencia, en coordinación con el ordenamiento ecológico que establezca la federación;

XII.—Evaluar el impacto ambiental de las obras y actividades a que se refiere el artículo 32 de esta Ley;

XIII.—Concertar acciones con los sectores social y privado en las materias de esta Ley, y

XIV.—Los demás que conforme a ésta u otras disposiciones reglamentarias le corresponda.

ARTICULO 13.—Las diversas dependencias del ejecutivo estatal ejercerán las atribuciones que les otorguen otras leyes, en materias relacionadas con el objeto de este ordenamiento, observando lo dispuesto en las fracciones V y X del artículo 12 de esta Ley.

ARTICULO 14.—Se crea la Comisión Estatal de Ecología como un órgano permanente de coordinación institucional entre las dependencias y entidades del ejecutivo estatal y los municipios, y de concertación entre los sectores de la sociedad civil.

Este órgano se integra de la siguiente manera:

I.—Presidente: El C. Gobernador Constitucional del Estado.

II.—Secretario: El coordinador General de COPLADEQ.

III.—Coordinador Ejecutivo: El Titular de la Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Ecología.

IV.—Secretario Técnico: Presidido por el Director de Ecología del Estado.

V.—Hasta 10 representantes de los sectores público, privado y social.

La Comisión Estatal de Ecología regirá su funcionamiento de acuerdo con el reglamento interior que ella misma apruebe en un plazo que no exceda de 90 días a partir de la fecha de su formal instalación.

ARTICULO 15.—En cada municipio existirá una comisión municipal de ecología que se encargará de coordinar a las dependencias y entidades municipales y de concertar los esfuerzos de la sociedad civil en las materias a que se refiere esta Ley y que sean de competencia municipal.

En cada ayuntamiento habrá un regidor encargado de la función de ecología.

## CAPITULO III

### *De la participación social*

ARTICULO 16.—El gobierno del estado y los gobiernos municipales promoverán la participación de los grupos sociales en la formulación de la política ecológica local y la aplicación de sus instrumentos en la elaboración de los programas que tengan por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; en acciones de información y vigilancia y, en general, en las acciones ecológicas que se emprendan.

ARTICULO 17.—Para efectos del artículo anterior, el gobierno estatal, en coordinación con los municipios:

I.—Convocará en el ámbito del sistema estatal de planeación democrática y de la Comisión Estatal de Ecología a representantes de las organizaciones obreras, empresariales, de campesinos y productores agropecuarios, de las comunidades, de instituciones educativas y de investigación, de instituciones privadas no lucrativas y de otros representantes de la sociedad y a los particulares en general, para que manifiesten su opinión y propuestas;

II.—Celebrará convenios de concertación con organizaciones obreras para la protección del ambiente en los lugares de trabajo y unidades habitacionales, con organizaciones campesinas y comunidades rurales para el establecimiento, administración y manejo de áreas naturales protegidas, y para brindarles asesoría ecológica en las actividades relacionadas con el aprovechamiento racional de los recursos naturales; con organizaciones empresariales, en los casos previstos en esta Ley para protección del ambiente; con instituciones educativas, académicas y de investigación para la realización de estudios e investigaciones en la materia, con organizaciones civiles e instituciones privadas no lucrativas, para emprender acciones ecológicas conjuntas; así como con representaciones sociales y con particulares interesados en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

III.—Promoverá la celebración de convenios con los diversos medios de comunicación para la difusión, información y promoción de acciones ecológicas. Para estos efectos se buscará la participación de artistas, intelectuales, científicos y, en general, de personalidades cuyos conocimientos y ejemplo contribuyan a formar y orientar a la opinión pública, y

IV.—Promoverá el establecimiento de premios y reconocimientos a los esfuerzos más destacados de la sociedad para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente.

## TITULO TERCERO

### De la política ecológica estatal

#### CAPITULO I

##### *Formulación y conducción de la política ecológica*

ARTICULO 18.—Para la formulación y conducción de la política ecológica y la expedición de los instrumentos previstos en esta Ley en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, se observarán los siguientes principios:

I.—Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del país y de la entidad;

II.—Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad;

III.—Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

IV.—La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico comprende tanto las condiciones presentes como las que determinen la calidad de vida de las futuras generaciones;

V.—La prevención de las causas que los generan es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos;

VI.—Los recursos naturales renovables deben utilizarse de manera que se asegure su óptimo aprovechamiento y mantenimiento de su diversidad y renovabilidad;

VII.—Los recursos naturales no renovables deben utilizarse de modo que se evite el peligro de su agotamiento y la generación de efectos ecológicos adversos;

VIII.—La coordinación entre los distintos niveles de gobierno y la concertación con la sociedad, son indispensables para la eficacia de las acciones ecológicas;

IX.—El sujeto principal de la concertación ecológica son no solamente los individuos, sino también

los grupos y organizaciones sociales. El propósito de la concertación de acciones ecológicas es reorientar las relaciones entre la sociedad y la naturaleza;

X.—En el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren al estado y a los municipios para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general, inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se considerarán los criterios de preservación y restauración del equilibrio ecológico estatal;

XI.—Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente sano. Las autoridades, en los términos de ésta y otras leyes, tomarán las medidas para preservar ese derecho;

XII.—El control y la prevención de la contaminación ambiental, el adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y el mejoramiento del entorno natural de los asentamientos humanos, son elementos fundamentales para elevar la calidad de la vida de la población;

XIII.—Es interés del estado que las actividades que se llevan a cabo dentro de su territorio y en aquellas zonas de su jurisdicción, no afecten el equilibrio ecológico de otros estados o zonas de jurisdicción federal, y

XIV.—Las autoridades competentes en igualdad de circunstancias ante los demás estados, promoverán la preservación y restauración del equilibrio de los ecosistemas regionales.

#### CAPITULO II

##### *Instrumentos de la política ecológica*

##### Sección I

##### Planeación ecológica

ARTICULO 19.—En la planeación del desarrollo estatal será considerada la política ecológica y el ordenamiento ecológico que se establezcan de conformidad con esta Ley y las demás disposiciones en la materia.

ARTICULO 20.—En la planeación del desarrollo estatal y de conformidad con la política ecológica, deberán incluirse estudios y la evaluación del impacto ambiental de aquellas obras, acciones o servicios que se realizan en el estado y que puedan generar un deterioro sensible en los ecosistemas.

ARTICULO 21.—El gobierno estatal formulará un programa estatal de ecología, conforme a lo establecido en este ordenamiento, en la Ley de Planeación y demás disposiciones sobre la materia y vigilará su aplicación y su evaluación periódica.

##### Sección II

##### Ordenamiento ecológico

ARTICULO 22.—Para el ordenamiento ecológico local se considerarán los siguientes criterios:

I.—Cada ecosistema dentro de la entidad tiene sus propias características y funciones que deben ser respetadas;

II.—Las áreas o zonas dentro de los asentamientos tienen una vocación que es función de sus recursos naturales, de la distribución de la población y de las actividades económicas predominantes, y

III.—Los asentamientos humanos, las actividades económicas y otras actividades humanas o los fenómenos naturales causan y pueden causar desequilibrio en los ecosistemas.

ARTICULO 23.—El ordenamiento ecológico local será considerado en:

I.—Los planes de desarrollo urbano estatal, municipal y de centros de población;

II.—La fundación de nuevos centros de población;

III.—La creación de reservas territoriales y la determinación de los usos, provisiones y destinos del suelo;

IV.—La ordenación urbana del territorio y los programas de gobierno estatal para infraestructura, equipamiento urbano y vivienda;

V.—Los apoyos a las actividades productivas que otorgue el gobierno estatal, de manera directa o indirecta, sean de naturaleza crediticia, técnica o de inversión; los que promoverán progresivamente los usos del suelo que sean compatibles con el ordenamiento local;

VI.—La realización de obras públicas que impliquen el aprovechamiento de recursos naturales o que puedan influir en la localización de las actividades productivas;

VII.—Las autorizaciones para la construcción y operación de plantas o establecimientos industriales, comerciales o de servicios, y

VIII.—Los demás previstos en esta Ley y demás disposiciones relativas.

ARTICULO 24.—El ordenamiento ecológico local se formulará en congruencia con el ordenamiento ecológico que establezca la federación, y particularizará en aquellos aspectos que contribuyan a restablecer y preservar el equilibrio ecológico en el territorio de la entidad.

### Sección III

#### Criterios ecológicos en la promoción del desarrollo

ARTICULO 25.—En la planeación y realización de acciones a cargo de las dependencias y entidades de la administración pública estatal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, que se relacionen con la promoción del desarrollo de la entidad, se observarán los criterios ecológicos específicos que establezcan esta Ley y demás disposiciones que de ella emanen.

### Sección IV

#### Regulación ecológica de los asentamientos humanos

ARTICULO 26.—La regulación ecológica de los asentamientos humanos consiste en el conjunto de normas, disposiciones y medidas de desarrollo urbano y vivienda que llevan a cabo el gobierno estatal y los municipales, para mantener, mejorar o restaurar el equilibrio de los asentamientos humanos con los elementos naturales y asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

ARTICULO 27.—Para la regulación ecológica de los asentamientos humanos, las dependencias y entidades de la administración pública estatal y los municipios considerarán los siguientes criterios específicos:

I.—La política ecológica en los asentamientos humanos requiere, para ser eficaz, de una estrecha vinculación con la planeación urbana y con el diseño y construcción de la vivienda;

II.—La política ecológica debe buscar la corrección de aquellos desequilibrios que deterioran la calidad de vida de la población, y a la vez prevé las tendencias de crecimiento del asentamiento humano orientándolo hacia zonas aptas para este uso, para mantener una relación suficiente entre la base de recursos y la población y cuidar de los factores ecológicos y ambientales que son parte integrante de la calidad de vida, y

III.—En el proceso de creación, modificación y mejoramiento del ambiente construido por el hombre, es indispensable fortalecer las provisiones de carácter ecológico y ambiental, para proteger y mejorar la calidad de vida.

ARTICULO 28.—Los criterios específicos de regulación ecológica de los asentamientos humanos serán considerados en:

I.—La formulación y aplicación de las políticas locales de desarrollo urbano y vivienda;

II.—Los programas sectoriales de desarrollo urbano y vivienda que realice el gobierno estatal, y

III.—Las normas de diseño, tecnología de construcción, uso de aprovechamiento de vivienda y en las de desarrollo urbano que expida la Secretaría.

ARTICULO 29.—En el programa estatal de desarrollo urbano se incorporarán los siguientes elementos ecológicos y ambientales:

I.—Las disposiciones que establece la presente Ley en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente;

II.—La observancia del ordenamiento ecológico del territorio;

III.—El cuidado de la proporción que debe existir entre las áreas verdes y las edificaciones destinadas a la habitación, los servicios y en general otras actividades;

IV.—La conservación de las áreas agrícolas fértiles evitando su fraccionamiento para fines del desarrollo urbano;

V.—La integración de inmuebles de alto valor histórico, arquitectónico y cultural con áreas verdes y zonas de convivencia social;

VI.—Las limitaciones para crear zonas habitacionales en torno a industrias, y

VII.—La conservación de las áreas verdes existentes evitando ocuparlas con obras o instalaciones que se contrapongan a su función.

ARTICULO 30.—El programa estatal de vivienda y las acciones que se emprendan en esta materia, promoverán:

I.—El empleo de dispositivos y sistemas de ahorro de agua potable, así como de captación, almacenamiento y utilización de aguas pluviales;

II.—El aprovechamiento óptimo de la energía solar, tanto para la iluminación como para el calentamiento;

III.—Los diseños que faciliten la ventilación natural, y

IV.—El uso de materiales de construcción apropiados al medio ambiente y a las tradiciones regionales.

#### Sección V

##### Evaluación del impacto ambiental

ARTICULO 31.—La realización de obras y actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos al rebasar los límites y condiciones señalados en las disposiciones aplicables, deberán sujetarse a la autorización previa de la Secretaría, con la intervención de los gobiernos municipales correspondientes, así como al cumplimiento de los requisitos que se les impongan una vez evaluado el impacto ambiental que pudieran ocasionar, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes.

ARTICULO 32.—Corresponderá a la Secretaría evaluar al impacto ambiental a que se refiere el artículo anterior de esta Ley, particularmente tratándose de las siguientes materias:

I.—Obra pública estatal;

II.—Caminos rurales;

III.—Zonas y parques industriales;

IV.—Exploración, extracción y procesamiento de minerales o sustancias que constituyen depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos;

V.—Desarrollos turísticos estatales y privados;

VI.—Instalación de tratamiento, confinamiento o eliminación de aguas residuales y de residuos sólidos no peligrosos;

VII.—Fraccionamientos, unidades habitacionales y nuevos centros de población, y

VIII.—Las demás que no sean competencia de la federación.

ARTICULO 33.—La Secretaría requerirá para la evaluación del impacto ambiental, la siguiente información mínima para cada obra o actividad:

I.—Su naturaleza, magnitud y ubicación;

II.—Su alcance en el contexto social, cultural, económico y ambiental;

III.—Sus efectos directos o indirectos en el corto, mediano o largo plazo, así como la acumulación y naturaleza de los mismos, y

IV.—Las medidas para evitar o mitigar los efectos adversos.

ARTICULO 34.—Para la obtención de la autorización a que se refiere el artículo 31 de esta Ley, los interesados deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental en los términos que ésta fije. En su caso, dicha manifestación deberá ir acompañada de un estudio de riesgo de la obra, de sus modificaciones o de las actividades previstas consistentes en las medidas técnicas preventivas o correctivas para mitigar los efectos adversos al equilibrio ecológico durante su ejecución, operación normal y en caso de accidente.

No se autorizarán obras o actividades que se contrapongan a lo establecido en el ordenamiento ecológico del territorio y en los programas de desarrollo urbano y otros similares.

ARTICULO 35.—Una vez presentada la manifestación del impacto ambiental y satisfechos los requerimientos formulados por la autoridad competente, cualquier persona podrá consultar el expediente correspondiente.

Los interesados podrán solicitar que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que de hacerse público pudiera afectar derechos de propiedad industrial o intereses lícitos de naturaleza mercantil.

ARTICULO 36.—Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría en casos previstos en el artículo 32 de esta Ley, dictará la resolución correspondiente, considerando la opinión de los gobiernos municipales involucrados. En dicha resolución podrá:

I.—Otorgar la autorización para la ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, en los términos solicitados;

II.—Negar dicha autorización, y

III.—Otorgarla condicionada a la modificación del proyecto de obra o actividad a fin de garantizar que se eviten o atenúen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la operación normal y aun en caso de accidente.

Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban



observarse para la ejecución de la obra o la realización de la actividad prevista.

La Secretaría con el auxilio de los gobiernos municipales que correspondan, supervisará durante la realización y operación de las obras autorizadas, ya sea condicionadas o no condicionadas, el cumplimiento de las medidas de mitigación contenidas en la manifestación de impacto ambiental o de los requerimientos que deban observarse.

#### Sección VI

##### Investigación y educación ambiental

ARTICULO 37.—Las autoridades competentes promoverán la incorporación de contenidos ecológicos en los diversos ciclos educativos, especialmente en el nivel básico.

Asimismo, fomentarán la realización de acciones de cultura ecológica en toda la entidad, a fin de ampliar la cobertura de la educación ambiental a todos sus habitantes y propiciarán el fortalecimiento de la conciencia ecológica a través de los medios de comunicación social.

La Secretaría promoverá, con la participación de la autoridad competente, que las instituciones de educación superior y los organismos dedicados a la investigación científica y tecnológica, desarrollen programas para la investigación de las causas y efectos de los fenómenos ambientales que se presentan en la entidad.

ARTICULO 38.—El gobierno estatal y los municipios fomentarán investigaciones científicas y promoverán programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación, propiciar el aprovechamiento racional de los recursos y proteger los ecosistemas. Para ello, se podrán celebrar convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones del sector social y privado, investigadores y especialistas.

ARTICULO 39.—La Secretaría del Trabajo promoverá el desarrollo de la capacitación y adiestramiento en y para el trabajo en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico, con arreglo a lo que establece esta ley y de conformidad con los sistemas, métodos y procedimientos que prevenga la legislación especial. Asimismo, propiciará la incorporación de contenidos ecológicos en los programas de las comisiones mixtas de seguridad e higiene.

#### Sección VII

##### Información y vigilancia

ARTICULO 40.—La Secretaría mantendrá un sistema permanente de información y vigilancia sobre los ecosistemas y su equilibrio en el territorio de la entidad, para lo cual podrá coordinar sus acciones con los municipios. Asimismo, propondrá acuerdos de coordinación con el gobierno federal para apoyar la vigilancia en materias reservadas a la federación.

ARTICULO 41.—Con el propósito de orientar la toma de decisiones y fomentar la conciencia ecológica de la población, la Comisión Estatal de Ecología publicará cada año un informe de interés general sobre el estado del ambiente en la entidad, en el que se incluya la evolución de los ecosistemas, las causas y efectos de deterioro si es que existe y las recomendaciones para corregirlo y evitarlo. El informe se turnará a la Legislatura del Estado para conocer su opinión.

#### Capítulo III

##### De la política ecológica municipal

ARTICULO 42.—Con arreglo a las disposiciones de este Título, cada ayuntamiento aprobará los principios, medios y fines de su política ecológica municipal.

ARTICULO 43.—Hecho lo anterior, el presidente municipal difundirá ampliamente dicha política ecológica entre los habitantes del municipio.

#### TITULO CUARTO

##### La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la conservación de los recursos naturales

#### CAPITULO I

##### Áreas naturales protegidas de jurisdicción local

ARTICULO 44.—En los términos de esta Ley y de las demás aplicables, las áreas naturales a que se refiere el presente capítulo, podrán ser materia de protección como reservas ecológicas, para los propósitos, efectos y modalidades que en tales ordenamientos se precisan, mediante la imposición de las limitaciones que determinen las autoridades competentes para realizar en ellas sólo los usos y aprovechamientos social y estatalmente convenientes. Las mismas son consideradas en la presente Ley como áreas naturales protegidas y su establecimiento es de interés social y utilidad pública.

ARTICULO 45.—La determinación de áreas naturales protegidas tiene como propósito:

I.—Preservar los ambientes naturales dentro de las zonas de los asentamientos humanos y en su entorno para contribuir a mejorar la calidad de vida de la población y mantener su equilibrio ecológico;

II.—Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres que habitan en los centros de población y sus entornos, particularmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción;

III.—Asegurar el aprovechamiento racional de los ecosistemas y sus elementos;

IV.—Proporcionar un campo propicio para la investigación científica; el estudio y monitoreo de los

ecosistemas y su equilibrio; y la educación sobre el medio natural;

V.—Generar conocimientos y tecnologías que permitan el uso múltiple de los recursos naturales de la entidad;

VI.—Proteger poblados, vías de comunicación, instalaciones industriales y aprovechamientos agrícolas, sitios de interés histórico, cultural, arqueológico y de manejo tradicional de los recursos naturales en armonía con su entorno;

VII.—Proteger sitios escénicos para asegurar la calidad del ambiente y promover el turismo, y

VIII.—Dotar a la población de áreas para su esparcimiento, a fin de contribuir a formar conciencia ecológica sobre el valor e importancia de los recursos naturales del estado.

ARTICULO 46.—Las áreas naturales protegidas de jurisdicción local son:

I.—Parques urbanos;

II.—Zonas sujetas a conservación ecológica, y

III.—Las que determinen otros ordenamientos locales.

ARTICULO 47.—En el establecimiento, administración y desarrollo de las áreas naturales protegidas a que se refiere el artículo anterior, participarán sus habitantes, de conformidad con los acuerdos de concertación que al efecto se celebren, con objeto de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección de los ecosistemas.

ARTICULO 48.—Los parques urbanos son aquellas áreas de uso público, constituidas por el gobierno estatal y los municipios en los centros de población para alcanzar y preservar el equilibrio de las áreas urbanas e industriales; entre las construcciones, equipamientos e instalaciones respectivas y los elementos de la naturaleza, de manera que se proteja un ambiente sano, el esparcimiento de la población y los valores artísticos, históricos y de belleza natural que se signifiquen en la localidad.

ARTICULO 49.—Las zonas sujetas a conservación ecológica son aquellas constituidas por el gobierno estatal y los municipios en zonas circunvecinas a los asentamientos humanos, en las que existan uno o más ecosistemas en buen estado de conservación, destinadas a preservar los elementos naturales indispensables al equilibrio ecológico y al bienestar social.

## CAPITULO II

### *Sistema estatal de áreas naturales protegidas*

ARTICULO 50.—Las áreas naturales protegidas estatales constituyen en su conjunto el sistema estatal de áreas naturales protegidas.

ARTICULO 51.—La Secretaría llevará el registro de las áreas integrantes del sistema estatal de áreas

naturales protegidas, en el que se consignen los datos de su inscripción en los registros públicos de la propiedad que corresponda.

ARTICULO 52.—Con el propósito de preservar el patrimonio natural en la entidad y con arreglo a las bases de coordinación que al efecto se celebren en los términos del artículo 14 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado, las dependencias competentes incorporarán en las reglas de manejo de las áreas naturales protegidas cuya administración les corresponda, aquellas que determine la Secretaría para proveer eficazmente la protección de los ecosistemas y sus elementos.

La Secretaría podrá celebrar convenios de concertación con grupos sociales y particulares interesados, para facilitar el logro de los fines para los que se hubieren establecido las áreas naturales del sistema estatal.

## CAPITULO III

### *Declaratorias para el establecimiento, conservación, administración, desarrollo y vigilancia de las áreas naturales protegidas en el estado*

ARTICULO 53.—Las áreas naturales protegidas se establecerán mediante declaratoria que expida el ejecutivo estatal, con la participación de los gobiernos municipales que correspondan conforme a ésta y las demás Leyes aplicables, según proceda.

ARTICULO 54.—En la realización de los estudios previos que den base a la expedición de declaratorias para el establecimiento de áreas naturales protegidas en la entidad, podrán participar los municipios en cuyas circunscripciones territoriales se localice el área natural de que se trate.

ARTICULO 55.—La Secretaría propondrá al ejecutivo estatal la expedición de declaratorias para el establecimiento de áreas naturales protegidas de jurisdicción local. A su vez, el ejecutivo podrá solicitar a la federación el establecimiento de áreas naturales protegidas de interés federal.

ARTICULO 56.—Las declaratorias para el establecimiento, conservación, administración, desarrollo y vigilancia de las áreas naturales protegidas de jurisdicción local, contendrán, sin perjuicio de lo dispuesto por otras leyes, los siguientes elementos:

I.—La delimitación precisa del área, señalando la superficie, ubicación, deslinde, y en su caso, la zonificación correspondiente,

II.—Las modalidades a que se sujetará dentro del área, el uso o aprovechamiento de los recursos naturales en general o específicamente de aquellos sujetos a protección;

III.—La descripción de actividades que podrán llevarse a cabo en el área correspondiente, y las modalidades y limitaciones a que se sujetarán;

IV.—La causa de utilidad pública que en su caso fundamente la expropiación de terrenos, para que el

es que adquiera su dominio, cuando al establecerse un área natural protegida se requiera dicha resolución; en estos casos, deberán observarse las previsiones de las leyes de expropiación y Federal de la Reforma Agraria, y

V.—Los lineamientos para la elaboración de un programa de manejo del área.

ARTICULO 57.—Las declaratorias deberán publicarse en el Periódico Oficial "La Sombra de Arteaga" del gobierno del estado y se notificarán previamente a los propietarios o poseedores de los predios afectados, en forma personal cuando se conocieren sus domicilios; en caso contrario, se hará una segunda publicación, la que surtirá efectos de notificación. Las declaratorias se inscribirán en el o los registros públicos de la propiedad que correspondan.

ARTICULO 58.—Una vez establecida un área natural protegida, sólo podrá ser modificada su extensión, y en su caso, los usos del suelo permitidos, por la autoridad que la haya establecido, de conformidad con los estudios que al efecto se realicen.

ARTICULO 59.—Las áreas naturales protegidas establecidas por el ejecutivo estatal podrán comprender, de manera parcial o total, predios sujetos a cualquier régimen de propiedad y quedarán sujetas a la condición de inafectables a que se refiere el artículo 249 de la Ley Federal de Reforma Agraria, en los casos que ahí se prevén.

ARTICULO 60.—En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos de áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamentan las declaratorias de creación correspondientes, así como las previsiones de las propias declaratorias. Para tales efectos:

I.—El solicitante deberá, en tales casos, demostrar ante la autoridad competente, su capacidad técnica y económica para llevar a cabo la exploración, explotación o aprovechamiento de que se trate, sin causar deterioro al equilibrio ecológico;

II.—La Secretaría de Desarrollo Económico del gobierno del estado o la dependencia estatal competente, prestará la asesoría técnica necesaria para el cumplimiento de lo dispuesto en el párrafo anterior, y

III.—La Secretaría, tomando como base los estudios técnicos y socioeconómicos practicados, podrá solicitar a la autoridad competente, la cancelación o revocación del permiso, licencia, concesión o autorización correspondiente, cuando la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos ocasione o pueda ocasionar cualquier desequilibrio ecológico.

ARTICULO 61.—La dependencia o dependencias del ejecutivo estatal que hubieren propuesto el establecimiento de una área natural protegida, elaborará el respectivo programa de manejo, con la participa-

ción de las demás dependencias competentes y de los municipios que corresponda, en el plazo que señale la declaratoria que se haya expedido.

ARTICULO 62.—El programa de manejo de las áreas naturales protegidas deberá contener, por lo menos, lo siguiente:

I.—La descripción de las características físicas, biológicas, sociales y culturales de la zona, en el contexto regional y local;

II.—Los objetivos específicos del área natural protegida;

III.—Las acciones a realizar en corto, mediano y largo plazos, entre las que se comprenderán la investigación, uso de recursos naturales, extensión, difusión, operación, coordinación, seguimiento y control, y

IV.—Las normas técnicas aplicables para el uso del suelo y aprovechamiento de los recursos naturales, las cartas sanitarias, de cultivo y doméstica; así como aquellas destinadas a la conservación del suelo y del agua y a la prevención de su contaminación.

ARTICULO 63.—Todos los actos, convenios o contratos relativos a la propiedad, posesión o cualquier otro derecho relacionado con bienes inmuebles ubicados en parques urbanos o en áreas naturales protegidas, deberán contener referencia de la declaratoria correspondiente y de sus datos de inscripción en el registro público de la propiedad.

Los notarios o cualesquiera otros fedatarios públicos sólo podrán autorizar las escrituras públicas, actos, convenios o contratos en los que intervengan, cuando se cumpla con lo dispuesto en el presente artículo.

## CAPITULO IV

### *Preservación y restauración del equilibrio ecológico*

ARTICULO 64.—Para la preservación y restauración del equilibrio ecológico en la entidad, se considerarán los siguientes criterios:

I.—La existencia y bienestar del hombre no sólo dependen de los sistemas que éste ha creado, sino en gran parte de los ecosistemas naturales, lo que, entre otras características, regulan el clima, retienen el agua y el suelo, depuran la atmósfera y sirven de esparcimiento y son objeto de conocimiento científico;

II.—La preservación del equilibrio ecológico es condición imprescindible para que tenga lugar el desarrollo sostenido en la entidad;

III.—La restauración del equilibrio ecológico es indispensable para mejorar el clima, frenar la desertificación, incrementar la recarga de acuíferos, conservar el suelo y evitar la desaparición de especies de la flora y la fauna, y

IV.—Es necesaria la participación de todos los sectores de la población en las tareas de preservación y restauración de equilibrio ecológico.

ARTICULO 65.—Los criterios de preservación y restauración del equilibrio ecológico serán considerados en:

I.—Las autorizaciones y permisos de explotación forestal;

II.—Las autorizaciones para el cambio de uso de suelo;

III.—El ordenamiento ecológico del territorio; los planes de desarrollo urbano y otros planes territoriales;

IV.—La planeación y ejecución de campañas de reforestación, y

V.—Los aprovechamientos cinegéticos y de la flora silvestre.

ARTICULO 66.—La Secretaría, con el apoyo de otras dependencias del ejecutivo estatal y de los municipios y mediante diagnósticos previos, determinará las zonas y bienes de la entidad que requieran actividades de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

ARTICULO 67.—La Comisión Estatal de Ecología coordinará la participación del sector público y de los demás sectores de la población en la ejecución de las actividades a que se refiere el artículo anterior.

ARTICULO 68.—Los avances y resultados de las actividades y preservación y restauración del equilibrio ecológico serán publicados por la Comisión Estatal en el informe anual sobre el estado del medio ambiente.

ARTICULO 69.—El gobierno del estado propondrá al Ejecutivo Federal la celebración de acuerdos de coordinación para la formulación y ejecución de proyectos y programas especiales para la restauración del equilibrio ecológico en aquellas zonas de la entidad que presenten graves deterioros ecológicos.

ARTICULO 70.—Para efectos de preservar y restaurar el equilibrio ecológico en la entidad, el gobierno estatal propondrá al Ejecutivo Federal la celebración de acuerdos de coordinación para colaborar en la vigilancia del cumplimiento de las normas técnicas ecológicas y términos de las concesiones, autorizaciones y permisos expedidos por la federación para el uso, aprovechamiento, explotación y exploración de recursos naturales, incluyendo al suelo.

## CAPITULO V

### Uso racional del agua

ARTICULO 71.—Para el uso racional del agua se considerarán los siguientes criterios:

I.—Por las condiciones hidrológicas de la entidad, el agua debe ser mejor aprovechada y distribuida con mayor equidad, y

II.—Para el incremento de la calidad y la cantidad del agua se requiere la protección de los suelos en general, de las áreas boscosas y de las zonas de recarga; así como el uso eficiente en la industria y la agricultura, el tratamiento y reúso de las aguas residuales, la conciencia de toda la población para evitar el desperdicio, la captación y aprovechamiento de las aguas pluviales.

ARTICULO 72.—Los criterios para el uso racional del agua serán considerados en:

I.—La formulación e integración del programa estatal hidráulico.

II.—El otorgamiento de autorización para la desviación, extracción o derivación de aguas de propiedad estatal;

III.—La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;

IV.—Los programas estatales de desarrollo urbano y vivienda;

V.—El diseño y ubicación de conjuntos habitacionales;

VI.—La autorización para la construcción de nuevos sistemas de abastecimiento de agua potable, en la que se deberá requerir simultáneamente la construcción de la red de alcantarillado y un sistema para el tratamiento de las aguas residuales;

VII.—Los permisos para que las nuevas industrias se conecten a las redes municipales de agua potable, los que sólo se expedirán por la autoridad competente cuando los solicitantes demuestren contar con los sistemas o dispositivos para el tratamiento o reúso de sus aguas residuales, y

VIII.—El riego de áreas verdes municipales e industriales, que deberá hacerse con aguas residuales tratadas.

ARTICULO 73.—La Secretaría, en coordinación con las demás competentes y con los municipios que corresponda, expedirá las disposiciones conducentes para el establecimiento y manejo de zonas de protección en ríos, manantiales, zonas de recarga, depósitos y en general de aguas de la jurisdicción del estado.

ARTICULO 74.—El ejecutivo estatal, por conducto de las dependencias y entidades competentes determinará el uso que se deba dar a las aguas de propiedad federal asignadas al estado o a los municipios para la prestación de servicios públicos, dando prioridad a los usos domésticos.

ARTICULO 75.—El programa estatal hidráulico deberá considerar los siguientes aspectos:

I.—Un inventario de las zonas de recarga en la entidad;

II.—Un registro periódico sobre la evolución de los niveles freáticos en los acuíferos de explotación;

II.—Investigación sobre otras opciones para el abastecimiento de agua potable;

IV.—Un sistema permanente de educación sobre el uso del agua;

V.—Revisión periódica de los costos de operación de los sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales;

VI.—La operación de un sistema tarifario para las tomas domésticas en el que por cada metro cúbico suministrado, se incluyan los costos de operación del sistema de abastecimiento de agua potable, del sistema de alcantarillado y del sistema de tratamiento de aguas residuales;

VII.—La asignación de una tarifa especial para tomas sin uso, como en el caso de predios baldíos deshabitados;

VIII.—La operación de un sistema tarifario para las tomas industriales en el que además de los costos mencionados en la fracción VI de este artículo se adicionarán costos de tratamiento de aguas residuales, con base en las características de las aguas que se descarguen al alcantarillado;

IX.—Para el abastecimiento de agua a la población, el sistema tarifario asegurará una dotación mensual mínima indispensable a un costo accesible por cada toma doméstica; en caso de ser rebasada la dotación, el costo del consumo adicional se incrementará en función de la disponibilidad de recursos, y

X.—La sustitución de agua potable por agua residual tratada en los usos productivos que así lo permitan.

## TITULO QUINTO

### Protección al ambiente

#### CAPITULO I

##### *Prevención y control de la contaminación de la atmósfera*

ARTICULO 76.—Se prohíbe emitir a la atmósfera contaminantes, tales como humos, polvos, gases, vapores y olores que rebasen los límites máximos permisibles contenidos a las normas técnicas ecológicas que se expidan y demás disposiciones locales aplicables.

ARTICULO 77.—En materia de contaminación atmosférica y de conformidad con lo dispuesto en los artículos 6 y 7 de esta Ley, el estado y los municipios, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones:

I.—Llevarán a cabo acciones de prevención y control de la contaminación del aire en zonas o fuentes emisoras de su jurisdicción;

II.—Aplicarán los criterios ecológicos para la protección de la atmósfera en las declaratorias de usos, destinos, reservas y provisiones, definiendo las zonas en que se permita la instalación de industrias;

III.—Convendrán con quienes realicen actividades contaminantes para controlar, reducir o evitar las emisiones a la atmósfera, sin perjuicio de que se les requiera de la instalación o operación de equipos de control, conforme a las normas aplicables, cuando se trate de actividades de jurisdicción local y promoverán ante el Ejecutivo Federal dicha instalación, en los casos de su jurisdicción;

IV.—Integrarán y mantendrán actualizados los inventarios de las diferentes fuentes de contaminación de la atmósfera. Quienes realicen actividades contaminantes deberán proporcionar toda la información que les será requerida por las autoridades competentes;

V.—Establecerán y operarán sistemas de verificación de emisiones de vehículos automotores en circulación y sancionarán a los propietarios o poseedores de aquellos que no cumplan con las medidas de control dispuestas y, en su caso, retirarán de la vía pública aquellos que rebasen los límites máximos permisibles que determinen los reglamentos y normas técnicas ecológicas correspondientes;

VI.—Llevarán a cabo campañas para racionalizar el uso del automóvil particular, así como para la afinación y mantenimiento de los motores;

VII.—Promoverán el mejoramiento de los sistemas de transporte urbano y suburbano y la modernización de las unidades;

VIII.—Establecerán y operarán coordinadamente los sistemas de monitoreo de calidad del aire en las zonas más críticas, los que previamente contarán con el apoyo técnico de la federación. La Secretaría concentrará los informes locales de monitoreo para su incorporación a los sistemas de información estatal y federal de conformidad con el acuerdo de coordinación que al efecto se celebre;

IX.—Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público estatal y municipal; asimismo, aplicarán las medidas de tránsito y, en su caso, la suspensión de circulación en casos graves de contaminación;

X.—Emitirán las disposiciones y establecerán las medidas tendientes a evitar la quema de cualquier tipo de residuo sólido o líquido, incluyendo basura doméstica, hojarasca, hierba seca, esquilmos agrícolas, llantas usadas, plásticos, lubricantes usados, solventes y otras; así como las quemaduras con fines de desmonte o deshierbe de terrenos;

XI.—Tomarán las medidas preventivas para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica, y

XII.—Ejercerán las demás facultades que les confieren las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

ARTICULO 78.—La Secretaría y los gobiernos municipales promoverán, en las zonas que se hubie-

ren determinado como aptas para uso industrial, próximas a áreas habitacionales, la instalación de industrias no contaminantes.

ARTICULO 79.—La Secretaría promoverá que en la determinación de usos de suelo que definan los programas de desarrollo urbano e industrial se consideren las condiciones topográficas, climatológicas y meteorológicas para asegurar la adecuada dispersión de contaminantes.

ARTICULO 80.—El gobierno estatal podrá otorgar estímulos fiscales a quienes:

I.—Adquieran e instalen equipo para el control de emisiones contaminantes a la atmósfera;

II.—Efectúen investigaciones de tecnología, cuya aplicación disminuya la generación de emisiones contaminantes;

III.—Ubiquen o relocalicen sus instalaciones para evitar emisiones contaminantes en zonas urbanas, y

IV.—Fabriquen, instalen o proporcionen mantenimiento a equipo de filtrado, combustión, control y, en general, de tratamiento de emisiones contaminantes en zonas urbanas.

## CAPITULO II

### *Prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos*

ARTICULO 81.—Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I.—La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas de la entidad;

II.—Corresponde a toda la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

III.—El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de contaminarla, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, ya sea para su reúso o para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas, y

IV.—Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las del subsuelo.

ARTICULO 82.—Los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua serán considerados en:

I.—El establecimiento de criterios sanitarios para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales

o de condiciones particulares de descarga para evitar riesgos y daños a la salud pública;

II.—La determinación de tarifas de consumo de agua potable, y

III.—El diseño y operación de sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

ARTICULO 83.—Para la prevención y control de la contaminación del agua corresponderá:

I.—A la Secretaría:

a) Llevar, con el apoyo de otras dependencias, entidades y de los municipios, el control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado que operen en la entidad;

b) Requerir, a quienes quieran descargar a dichos sistemas y no satisfagan las normas técnicas ecológicas que se expidan, la instalación de sistemas de tratamiento de sus aguas residuales o, en su caso, la aceptación del municipio para tomar a su cargo dicho tratamiento en la que se haga constar que el usuario cubrirá las cuotas o derechos correspondientes;

c) Determinar el monto de los derechos correspondientes que deberán pagar quienes descarguen sus aguas a los sistemas de drenaje y alcantarillado para que la dependencia o entidad estatal respectiva o los municipios puedan llevar a cabo el tratamiento necesario y, en su caso, proceder a la imposición de las sanciones a que haya lugar, y

d) Promover y regular el uso de tecnología apropiada para el reúso de aguas residuales generadas en viviendas y unidades habitacionales, principalmente en lugares donde no haya sistema de alcantarillado.

II.—A los municipios:

a) Llevar y actualizar el registro de las descargas a las redes de drenaje y alcantarillado que administren, y proporcionarlo a la Secretaría para que sea integrado al registro nacional de descargas a cargo de la federación;

b) Observar las condiciones generales de descarga que fije la federación a las aguas residuales vertidas por los sistemas de drenaje y alcantarillado en cuerpos y corrientes de agua de propiedad federal, y

c) Promover el reúso, en la industria o en la agricultura, de aguas residuales tratadas derivadas de aguas federales asignadas o concesionadas para la prestación de servicios públicos, así como las que provengan de los sistemas de drenaje y alcantarillado siempre que cumplan con las normas técnicas de calidad.

ARTICULO 84.—Para evitar la contaminación del agua, el estado y los municipios regularán:

I.—Las descargas de origen industrial y agropecuario que se viertan a los sistemas de alcantarillado de los centros de población o a los cuerpos de agua de jurisdicción estatal, así como de las industrias que sean abastecidas mediante la red de agua potable;

-Las descargas de origen municipal y su mezcla controlada con otras descargas;

III.—El vertimiento de residuos sólidos en cuerpos y corrientes de agua, y en los sistemas de drenaje y alcantarillado, y

IV.—La disposición final de los lodos generados en los sistemas de tratamiento de aguas.

ARTICULO 85.—No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de jurisdicción estatal o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, aguas que contengan contaminantes sin previo tratamiento, sin el permiso o autorización de la Secretaría y de los municipios.

ARTICULO 86.—Las aguas residuales provenientes de usos municipales, públicos o domésticos, y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de alcantarillado de las poblaciones o en cualquier cuerpo o corriente de agua de jurisdicción estatal, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir:

I.—Contaminación de los cuerpos receptores;

II.—Interferencias en los procesos de depuración de las aguas, y

III.—Trastornos, impedimentos o alteraciones en los aprovechamientos o en el funcionamiento adecuado y en la capacidad de los sistemas hidráulicos, y en los sistemas de drenaje y alcantarillado.

ARTICULO 87.—Todas las descargas en los cuerpos o corrientes de agua de jurisdicción estatal en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, deberán satisfacer las normas técnicas ecológicas que para tal efecto se expidan. Corresponderá a quien genere dichas descargas realizar el tratamiento requerido.

Requiere autorización de la Secretaría el diseño o modificación de los sistemas de tratamiento cuyos afluentes se descargan en aguas de jurisdicción estatal o en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

Para autorizar la construcción de obras o instalaciones de tratamiento de aguas residuales generadas en industrias que se estén abasteciendo con aguas de jurisdicción estatal o aguas federales asignadas o concesionadas para las prestaciones de servicios públicos, la Secretaría o los municipios en sus respectivos ámbitos de competencia requerirán el dictamen o la opinión de la federación sobre los proyectos respectivos.

ARTICULO 88.—Cuando las aguas residuales afecten o puedan afectar fuentes de abastecimiento de agua potable, la Secretaría promoverá ante la autoridad competente la negativa del permiso o autorización correspondiente o su inmediata revocación y, en su caso, la suspensión del suministro.

ARTICULO 89.—Los equipos y sistemas de tratamiento de las aguas residuales de origen urbano que diseñen, operen o administren dependencias o enti-

dades estatales, y los municipios, deberán cumplir con las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

ARTICULO 90.—El otorgamiento de asignaciones, autorizaciones, concesiones o permisos para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas de jurisdicción estatal, o las asignadas o concesionadas para la prestación de servicios públicos, en actividades económicas que puedan contaminar dicho recurso, estará condicionado al tratamiento previo necesario de las aguas residuales que se produzcan o descarguen.

ARTICULO 91.—La Secretaría, con la participación que corresponda a las demás competentes y con el apoyo de los municipios, realizará un monitoreo sistemático y permanente de la calidad de las aguas de jurisdicción estatal para detectar la presencia de contaminantes o exceso de desechos orgánicos y aplicar las medidas que procedan o, en su caso, promover su ejecución.

### CAPITULO III

#### *Ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica*

ARTICULO 92.—Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, que rebasen los límites máximos contenidos en las normas técnicas ecológicas que para ese efecto se expidan. Las dependencias estatales y los gobiernos municipales adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

En la construcción o instalaciones que generen energía térmica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes, deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes.

Cualquier actividad no cotidiana que se realice en los centros de población cuyas emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, rebasen o puedan rebasar los límites máximos establecidos por las normas técnicas ecológicas, requiere permiso de la autoridad municipal competente.

### CAPITULO IV

#### *Contaminación visual y protección del paisaje*

ARTICULO 93.—Los gobiernos municipales deberán incorporar, en sus bandos y reglamentos, disposiciones que regulen obras, actividades y anuncios publicitarios, a fin de crear una imagen agradable de los centros de población y evitar la contaminación visual en los mismos.

ARTICULO 94.—La Secretaría determinará las zonas en la entidad que tengan un valor escénico o de paisaje y regulará y autorizará los tipos de obras o actividades que se pueden realizar con el propósito de evitar su deterioro.

## TITULO SEXTO

## CAPITULO IV

## Regulación de actividades que pueden generar efectos nocivos

*Residuos sólidos no peligrosos*

## CAPITULO I

*Actividades que no sean consideradas altamente riesgosas*

ARTICULO 95.—La Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Desarrollo Económico y de Cultura y Bienestar Social, determinará y publicará en el Periódico Oficial "La Sombra de Arteaga" los listados de actividades que no sean consideradas altamente riesgosas a que se refiere esta Ley, en congruencia con los listados que publique la federación de actividades consideradas altamente riesgosas, para efecto de lo establecido en este ordenamiento.

ARTICULO 96.—La realización de las actividades que no sean consideradas altamente riesgosas a que se refiere el artículo anterior, requerirá autorización de la Secretaría.

## CAPITULO II

*Extracción de minerales*

ARTICULO 97.—El aprovechamiento de minerales o sustancias no reservadas a la federación que constituyan depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su fragmentación, que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento, requerirá autorización de la Secretaría. Esta dictará las medidas de protección ambiental y de restauración ecológica que deben ponerse en práctica en los bancos de extracción y en las instalaciones de manejo y procesamiento.

## CAPITULO III

*Servicios municipales*

ARTICULO 98.—La Secretaría y los municipios formularán las disposiciones conducentes para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en los centros de población, en relación con los servicios de agua potable, alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abastos, panteones, rastros, calles, parques urbanos y jardines, tránsito y transporte locales; mismas que deberán ser observadas por los municipios o por los particulares a quienes se haya concesionado la prestación de alguno de dichos servicios.

ARTICULO 99.—Queda sujeto a la autorización de la Secretaría, con arreglo a las bases que para tal efecto se expidan, la localización, instalación y funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, recuperación, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, ya sea operados por los propios municipios o concesionados a particulares.

ARTICULO 100.—El ejecutivo del estado propondrá la celebración de acuerdos de coordinación con el Ejecutivo Federal y con los gobiernos municipales para:

I.—La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, y

II.—La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, incluyendo la elaboración del inventario de los mismos.

ARTICULO 101.—Para el manejo de los residuos sólidos no peligrosos se considerarán los siguientes criterios:

I.—Los residuos sólidos constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos, de ahí que sea ineludible su control, y

II.—Los residuos sólidos no peligrosos municipales e industriales, contienen materiales reusables y reciclables, cuya recuperación mediante técnicas y procedimientos adecuados contribuye a racionalizar la generación de tales residuos.

ARTICULO 102.—Para la localización, instalación y funcionamiento de sistemas de manejo de residuos no peligrosos, se tomará en cuenta el ordenamiento ecológico y los planes de desarrollo urbano estatal, municipales y centros de población.

ARTICULO 103.—Los residuos sólidos no peligrosos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

I.—La contaminación del suelo;

II.—Las alteraciones nocivas en los procesos biológicos que tienen lugar en los suelos;

III.—Las alteraciones de las características del suelo que limiten o impidan su aprovechamiento, uso o explotación, y

IV.—Riesgos y problemas de salud.

ARTICULO 104.—Toda descarga o depósito de residuos sólidos no peligrosos en los suelos, se sujetará a lo que disponga esta Ley, sus disposiciones reglamentarias y las normas técnicas ecológicas que para tal efecto se expidan.



## TITULO SEPTIMO

### Medidas de control de seguridad y sanciones

#### CAPITULO I

##### *Observancia de la Ley*

ARTICULO 105.—Las disposiciones de este título se aplicarán en la realización de actos de inspección y vigilancia, ejecución de medidas de seguridad, determinación de infracciones administrativas y de comisión de delitos y sus sanciones, y procedimientos y recursos administrativos, cuando se trate de asuntos de competencia estatal regulados por esta Ley, salvo que otras leyes regulen en forma específica dichas cuestiones, en relación con las materias de este ordenamiento. Cuando sean asuntos de competencia municipal, los ayuntamientos aplicarán lo dispuesto en el presente título y en bandos y reglamentos de policía y buen gobierno que expidan.

#### CAPITULO II

##### *Inspección y vigilancia*

ARTICULO 106.—El gobierno del estado y los gobiernos municipales propondrán al Ejecutivo Federal celebración de acuerdos de coordinación para realizar actos de inspección y vigilancia para la verificación del cumplimiento de asuntos de orden federal en materia de ecología y ambiente.

ARTICULO 107.—Las autoridades competentes podrán realizar por conducto de personal debidamente autorizado, visitas de inspección, sin perjuicio de otras medidas previstas en las leyes que puedan llevarse a cabo para verificar el cumplimiento de este ordenamiento. Dicho personal, al realizar las visitas de inspección, deberá estar provisto del documento oficial que lo acredite como tal, así como de la orden escrita debidamente fundada y motivada, expedida por autoridad competente en la que se precisará el lugar o zona que habrá de inspeccionarse, el objeto de la diligencia y el alcance de ésta.

ARTICULO 108.—El personal autorizado, al iniciar la inspección, se identificará debidamente con la persona que se entienda la diligencia, exhibirá orden respectiva y le entregará copia de la misma requiriéndola para que en el acto designe dos testigos.

En caso de negativa o de que los designados no acepten fungir como testigos, el personal autorizado podrá designarlos, haciendo constar esta situación en el acta administrativa que al efecto se levante, sin que esta circunstancia invalide los efectos de la inspección.

ARTICULO 109.—En toda visita de inspección se ntará acta, en la que se harán constar en forma circunstanciada, los hechos u omisiones que se hubiesen presentado durante la diligencia.

Concluida la inspección, se dará oportunidad a la persona con la que se entendió la diligencia para manifestar lo que a su derecho convenga, en relación con los hechos asentados en el acta.

A continuación se procederá a firmar el acta por la persona con quien se entendió la diligencia por los testigos y por el personal autorizado, quien entregará copia del acto al interesado.

Si la persona con la que se entendió la diligencia o los testigos se negaren a firmar el acta, el interesado se negare a aceptar copia de la misma, dichas circunstancias se asentarán en ella, sin que esto afecte su validez.

ARTICULO 110.—La persona con quien se entienda la diligencia estará obligada a permitir al personal autorizado el acceso al lugar o lugares sujetos a inspección en los términos previstos en la orden escrita a que se hace referencia en el artículo 107 de esta Ley, así como a proporcionar toda clase de información que conduzca a la verificación del cumplimiento de la misma y demás disposiciones aplicables, con excepción de lo relativo a derechos de propiedad industrial que sean confidenciales conforme a la Ley. La información deberá mantenerse por la autoridad en absoluta reserva, si así lo solicita el interesado, salvo en caso de requerimiento judicial.

ARTICULO 111.—La autoridad competente podrá solicitar el auxilio de la fuerza pública para efectuar la visita de inspección, cuando alguna o algunas personas obstaculicen o se opongan a la práctica de la diligencia, independientemente de las sanciones a que haya lugar.

ARTICULO 112.—Recibida el acta de inspección por la autoridad ordenadora, requerirá al interesado mediante notificación personal o por correo certificado con acuse de recibo, para que adopte de inmediato las medidas correctivas de urgente aplicación, fundando y motivando el requerimiento para que, dentro del término de diez días hábiles a partir de que surta efectos dicha notificación, manifieste por escrito lo que a su derecho convenga, en relación con el acta de inspección y ofrezca pruebas en relación con los hechos u omisiones que en la misma se asienten.

El infractor o su representante deberán acreditar al momento de comparecer ante la autoridad correspondiente su personalidad jurídica.

ARTICULO 113.—Una vez oído al presunto infractor, recibidas y desahogadas las pruebas que ofrecieron, o en caso de que el interesado no haya hecho uso del derecho que le concede el artículo anterior dentro del plazo mencionado, se procederá a dictar la resolución administrativa que corresponda, dentro de los treinta días hábiles siguientes, misma que se notificará al interesado, personalmente o por correo certificado.

ARTICULO 114.—En la resolución administrativa correspondiente, se señalarán o, en su caso, adiccionarán las medidas que deberán llevarse a cabo para

corregir las deficiencias o irregularidades observadas, el plazo otorgado al infractor para satisfacerla y las sanciones a que se hubiere hecho acreedor conforme a las disposiciones aplicables.

Dentro de los cinco días hábiles que sigan el vencimiento del plazo otorgado al infractor para subsanar las deficiencias o irregularidades observadas, éste deberá comunicar por escrito y en forma detallada a la autoridad ordenadora, haber dado cumplimiento a las medidas ordenadas en los términos del requerimiento respectivo.

Cuando se trate de segunda o posterior inspección para verificar el cumplimiento de un requerimiento o requerimientos anteriores, y del acta correspondiente se desprenda que no se ha dado cumplimiento a las medidas previamente ordenadas, la autoridad competente podrá imponer la sanción o sanciones que procedan conforme al artículo 116 de esta Ley.

En los casos en que proceda, la autoridad correspondiente hará del conocimiento del ministerio público la realización u omisión constatado que pudieran configurar uno o más delitos.

### CAPITULO III

#### *Medidas de seguridad*

ARTICULO 115.—Cuando se presenten emergencias ecológicas o contingencias ambientales que no rebasen el territorio de la entidad o no requieran de la acción exclusiva de la federación, o casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes o la salud pública, la Secretaría como medida de seguridad, podrá ordenar la retención de sustancias o materiales contaminantes, la clausura temporal, parcial o total de las fuentes contaminantes correspondientes y promoverá ante las autoridades competentes en los términos de las leyes relativas la ejecución de las medidas de seguridad que en dichos ordenamientos se establecen.

Cuando los ordenamientos a que se refiere el párrafo anterior no incluyan medidas de seguridad para hacer frente a los riesgos de desequilibrio ecológico, la Secretaría, previa opinión de las autoridades competentes, emitirá las disposiciones conducentes.

### CAPITULO IV

#### *Sanciones administrativas*

ARTICULO 116.—Las violaciones a los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y disposiciones que de ella emanen, constituyen infracción y serán sancionadas administrativamente por la Secretaría en asuntos de competencia estatal, no reservados expresamente a otra dependencia y, en los demás casos, por las autoridades de los municipios en el ámbito de sus competencias, y conforme a las disposiciones locales que se expidan, con una o más de las siguientes sanciones:

I.—Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de salario mínimo general vigente en el estado en el momento de imponer la sanción;

II.—Clausura temporal o definitiva, parcial o total, y

III.—Arresto administrativo hasta por treinta y seis horas.

Si una vez vencido el plazo concedido por la autoridad para subsanar la o las infracciones que se hubieren cometido, resultare que dicha infracción o infracciones aún subsisten, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas exceda del máximo permitido, conforme a la fracción I de este artículo.

En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por dos veces el monto originalmente impuesto, sin exceder del doble del máximo permitido, así como clausura definitiva.

ARTICULO 117.—Cuando la gravedad de la infracción lo amerite, la autoridad solicitará a quien los hubiere otorgado, la suspensión, revocación o cancelación de la concesión, permiso, licencia y en general de toda autorización, otorgando para la realización de actividades comerciales, industriales o de servicios o para el aprovechamiento de recursos naturales que haya dado lugar a la infracción.

ARTICULO 118.—Para la imposición de las sanciones por infracciones a esta Ley, se tomará en cuenta:

I.—La gravedad de la infracción, considerando principalmente el criterio de impacto de la salud pública y la generación de desequilibrios ecológicos;

II.—Las condiciones económicas del infractor, y

III.—La reincidencia, si la hubiere.

ARTICULO 119.—Cuando proceda como sanción la clausura temporal o definitiva, total o parcial, el personal comisionado para ejecutarla procederá a levantar acta detallada de la diligencia siguiendo para ello los lineamientos generales establecidos para las inspecciones.

ARTICULO 120.—La Secretaría podrá promover ante las autoridades federales o locales competentes, con base en los estudios que haga para este efecto, la limitación o suspensión de la instalación o funcionamiento de industrias, comercios, servicios, desarrollos urbanos o cualquier actividad que afecte o pueda afectar el ambiente o causar desequilibrio ecológico.

### CAPITULO V

#### *Recurso de inconformidad*

ARTICULO 121.—Las resoluciones dictadas con motivo de la aplicación de esta Ley, sus reglamentos y disposiciones que de ella emanen, podrán ser recurridas por los interesados en el término de quince días hábiles siguientes a la fecha de notificación.

ARTICULO 122.—El recurso de inconformidad se interpondrá por escrito ante el titular de la unidad

administrativa que hubiere dictado la resolución recurrida, personalmente o por correo certificado con acuse de recibo, en cuyo caso se tendrá como fecha de presentación la del día en que el escrito correspondiente se ha depositado en el Servicio Postal Mexicano.

ARTICULO 123.—En el escrito en el que se interponga el recurso se señalará:

I.—El nombre y domicilio del recurrente y, en su caso, el de la persona que promueva en su nombre y representación, acreditando debidamente la personalidad con que comparece si ésta no se tenía justificada ante la autoridad que conozca el asunto;

II.—La fecha en que, bajo protesta de decir verdad, manifieste el recurrente que tuvo conocimiento de la resolución requerida;

III.—El acto o resolución que se impugna;

IV.—Los agravios que, a juicio del recurrente, le cause la resolución o el acto impugnado;

V.—La mención de la autoridad que haya dictado la resolución u ordenado o ejecutado el acto;

VI.—Los documentos que el recurrente ofrezca como prueba, que tengan relación inmediata o directa con la resolución o acto impugnado y que por causas supervenientes no hubiere estado en posibilidad de ofrecer al oponer sus defensas en el escrito a que se refiere el artículo 122 de esta Ley. Dichos documentos deberán acompañarse al escrito a que se refiere el presente artículo;

VII.—Las pruebas que el recurrente ofrezca en relación con el acto o la resolución impugnado, acompañando los documentos que se relacionen con éste. No podrá ofrecerse como prueba la confesión de la autoridad, y

VIII.—La solicitud de suspensión del acto o resolución impugnado previa la comprobación de haber garantizado, en su caso, debidamente el interés fiscal.

ARTICULO 124.—Al recibir el recurso, la autoridad del conocimiento verificará si éste fue interpuesto en tiempo, admitiéndolo a trámite o rechazándolo.

Para el caso de que lo admita, decretará la suspensión si fuese procedente, y desahogará las pruebas que procedan en un plazo que no exceda de quince días hábiles contados a partir de la notificación del proveído de admisión.

ARTICULO 125.—Le ejecución de la resolución impugnada se podrá suspender cuando se cumplan los siguientes requisitos:

I.—Lo solicite el interesado;

II.—No se pueda seguir perjuicio al interés general;

III.—No se trate de infracciones reincidentes;

IV.—Que de ejecutarse la resolución, pueda causar daños de difícil reparación para el recurrente, y

V.—Se garantice el interés fiscal.

ARTICULO 126.—Transcurrido el término para el desahogo de las pruebas, si las hubiere, se dictará

resolución en la que se confirme, modifique o revoque la resolución recurrida o el acto combatido. Dicha resolución se notificará al interesado, personalmente o por correo certificado.

## CAPITULO VI

### *Delitos del orden común*

ARTICULO 127.—Para proceder penalmente por los delitos previstos en este capítulo, será necesario que previamente la Secretaría formule la denuncia correspondiente, salvo que se trate de casos de flagrante delito.

ARTICULO 128.—Se impondrá pena de tres meses a seis años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 10,000 días de salario mínimo general vigente en la entidad, al que, sin contar con las autorizaciones respectivas a que se refiere el artículo 96 de esta Ley, autorice u ordene la realización de actividades que conforme a este mismo ordenamiento se consideren como riesgosas que no sean competencia de la federación que ocasionen graves daños a la salud pública, la flora o la fauna, o los ecosistemas.

Cuando las actividades consideradas como riesgosas a que se refiere el párrafo anterior, se lleven a cabo en un centro de población, se podrá elevar la pena hasta tres años más de prisión y la multa hasta 20,000 días de salario mínimo vigente en la entidad.

ARTICULO 129.—Se impondrá pena de un mes a cinco años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 100,000 días de salario mínimo general vigente en la entidad, al que con violación en lo dispuesto en las disposiciones legales, reglamentarias y normas técnicas ecológicas aplicables, despida, descargue en la atmósfera, o lo autorice o lo ordene, gases, humos y polvos, vapores y olores que ocasionen o puedan ocasionar daños graves a la salud pública, la flora o la fauna o los ecosistemas.

ARTICULO 130.—Se impondrá pena de tres meses a cinco años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 100,000 días de salario mínimo general vigente en la entidad, al que sin autorización de la autoridad competente y en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias y normas técnicas ecológicas aplicables, descargue, deposite, infiltre o lo autorice u ordene, aguas residuales, desechos o contaminantes en ríos, cuencas, vasos o demás depósitos o corrientes de agua de jurisdicción estatal que ocasionen o puedan ocasionar graves daños a los ecosistemas o la salud pública.

Cuando se trate de agua para ser entregada en bloque a centros de población, la pena se podrá elevar hasta tres años más.

ARTICULO 131.—Se impondrá pena de un mes a cinco años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 10,000 días de salario mínimo general vigente en la entidad, a quien en contravención a las disposiciones legales aplicables y rebasando los límites fijados en las normas técnicas, genere emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica o lumínica, en

zonas de jurisdicción estatal, que ocasionen graves daños a la salud pública, la flora o la fauna o los ecosistemas.

ARTICULO 132.—Las disposiciones locales que se expidan de acuerdo con la distribución de competencias previstas en este mismo ordenamiento, señalarán las sanciones por violaciones a las mismas. Los ayuntamientos regularán las sanciones administrativas por violaciones a los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno, que a su vez expidan en la esfera de su respectiva competencia.

## CAPITULO VII

### *Denuncia popular*

ARTICULO 133.—Cualquier persona tiene el derecho y el deber de denunciar ante la Dirección de Ecología del Estado o ante la autoridad municipal de su domicilio, todo hecho, acto u omisión que cause o pueda causar daños al ambiente o produzca desequilibrio ecológico en cualquiera de sus formas.

La denuncia popular, por consiguiente, es el instrumento jurídico que tiene el pueblo de Querétaro para evitar que se contravengan las disposiciones de la presente Ley y la de los demás ordenamientos que regulen materias relacionadas con la protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico.

ARTICULO 134.—La denuncia popular podrá ejercerse por cualquier persona. Para que sea procedente basta con los datos necesarios que permitan localizar la fuente contaminante o identificar los hechos denunciados.

ARTICULO 135.—Recibida la denuncia, la Dirección de Ecología o la autoridad municipal competente procederá a localizar la fuente contaminante; efectuar las diligencias necesarias para la comprobación y evaluar los hechos y notificar a quien presuntamente sea responsable de los mismos.

La Dirección de Ecología recibirá todas las denuncias que se le presenten. Turnará a la brevedad, los asuntos de competencia municipal a la autoridad competente, sin perjuicio de que solicite a ésta la información que se requiera para dar seguimiento a los hechos denunciados.

Cuando la denuncia se presentare ante la autoridad municipal y sea materia de competencia estatal, de inmediato lo hará del conocimiento de la Dirección de Ecología, pero antes adoptará las medidas necesarias si los hechos denunciados son de tal manera graves que pongan en riesgo la integridad física de la población.

En todo caso, la Dirección de Ecología llevará un registro de las denuncias que se presenten.

ARTICULO 136.—La Dirección de Ecología o las autoridades municipales, a más tardar dentro de los quince días hábiles siguientes a la presentación de la denuncia, harán del conocimiento del denunciante el trámite que se haya dado a aquélla y dentro de los

treinta días hábiles siguientes, el resultado de la verificación de los hechos y medidas impuestas.

ARTICULO 137.—Cuando las infracciones a las disposiciones de esta Ley se hubieren ocasionado daños o perjuicios, el o los interesados podrán solicitar a la Dirección de Ecología o a las autoridades municipales la formulación de un dictamen técnico al respecto, el cual tendrá el valor de prueba, en caso de ser presentado en juicio.

ARTICULO 138.—La Dirección de Ecología convocará de manera permanente al público en general a denunciar hechos, actos u omisiones que produzcan o puedan producir desequilibrio ecológico o daños al ambiente. Para ello difundirá ampliamente su domicilio y número o números telefónicos destinados a recibir las denuncias.

## TRANSITORIOS

PRIMERO.—La presente Ley entrará en vigor 90 días después de su publicación en el Periódico Oficial "La Sombra de Arteaga".

SEGUNDO.—Por virtud de la vigencia de esta Ley, se derogan todas aquellas disposiciones en cuanto se opongan a la presente.

TERCERO.—Con la vigencia de esta Ley queda reestructurada la actual Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Gobierno del Estado para quedar como Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Ecología, por lo que deberá ser reformada la Ley Orgánica de la Administración Pública en su parte relativa y modificado el Reglamento Interior de esta dependencia incluyendo la Dirección de Ecología. Asimismo, se proveerán los recursos humanos, técnicos y financieros para el mejor funcionamiento de ésta.

CUARTO.—Las dependencias y entidades de la Administración Pública estatal y municipales, seguirán ejerciendo sus atribuciones actuales en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, siempre que no se opongan a lo dispuesto por esta Ley.

QUINTO.—Hasta en tanto los ayuntamientos dicten las ordenanzas, reglamentos y bandos de policía y buen gobierno, para regular las materias que les correspondan conforme a las disposiciones de este ordenamiento, el estado aplicará esta Ley en el ámbito municipal coordinándose para ello con sus autoridades.

SEXTO.—Todos los procedimientos y recursos administrativos relacionados con las materias de esta Ley que se hubieren estado atendiendo al amparo de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones de esta última.

Lo tendrá entendido el C. Gobernador Constitucional del Estado y mandará que se imprima, publique y observe.

ADA EN EL RECINTO OFICIAL DEL PODER  
ISLATIVO A LOS VEINTINUEVE DIAS DEL  
S DE ABRIL DE MIL NOVECIENTOS OCHEN-  
TA Y OCHO.

Diputada Presidente

*Lic. M<sup>a</sup> Guadalupe Calderón de Basurto*

Diputado Secretario

*Francisco Olvera Cabrera*

Diputado Secretario

*Juan Landeros Perusquia*

EN CUMPLIMIENTO A LO DISPUESTO POR  
LA FRACCION SEGUNDA DEL ARTICULO NO-  
VENTA Y TRES DE LA CONSTITUCION POLITI-  
CA DE ESTA ENTIDAD Y PARA SU DEBIDA  
PUBLICACION Y OBSERVANCIA, EXPIDO LA  
PRESENTE LEY, EN LA RESIDENCIA OFICIAL  
DEL PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE QUE-  
RETARO A LOS TRES DIAS DEL MES DE MAYO  
DE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y OCHO.

El Gobernador Constitucional del Estado

*Lic. Mariano Palacios Alcocer*

El Secretario de Gobierno

*Lic. José María Hernández Solís*

**Directorio**

*Lic. Patricio Chirinos Calero*  
Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología

*Fís. Sergio Reyes Luján*  
Subsecretario de Ecología

*Roberto Contreras Calleja*  
Jefe de la Unidad de Comunicación Social

**EJEMPLAR DE CORTESIA**

## LA PROTECCION DEL AMBIENTE EN LA LEGISLACION MEXICANA.

LA ECOLOGIA, CONSIDERADA DENTRO DEL CAMPO DE LAS CIENCIAS NATURALES, OFRECE UNA EXPLICACION DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS BASADO EN EL EQUILIBRIO DINAMICO DE LOS MISMOS, EN EL CUAL, EL MEDIO CONDICIONA LAS FORMAS DE VIDA Y A SU VEZ LAS FORMAS DE VIDA INFLUYEN EN EL MEDIO. ASI, LOS ECOSISTEMAS REFLEJAN LAS MUTUAS RELACIONES ENTRE LOS SERES VIVOS Y LA INTERDEPENDENCIA DE ESTOS CON SU ENTORNO FISICO.

LA ECOLOGIA SE INCORPORA AL AMBITO DE LAS CIENCIAS SOCIALES, ENTRE ELLAS EL DERECHO, CUANDO SE HACE MANIFIESTO QUE EL HOMBRE PODRIA ALTERAR LOS MECANISMOS DE PRESERVACION NATURAL DE LOS ECOSISTEMAS.

LA CAPACIDAD DEL HOMBRE PARA NORMAR Y ALTERAR EL MEDIO EN QUE SE SUSTENTA SE HA MANIFESTADO A LO LARGO DE LA HISTORIA; SIN EMBARGO, EN EL PRESENTE SIGLO, SOBRE TODO EN DECADAS RECIENTES SE HAN VENIDO ACUMULANDO SIGNOS QUE, A RITMO ACELERADO, PONEN EN EVIDENCIA LA GRAVEDAD DEL DETERIORO AMBIENTAL QUE SE ASOCIA A LAS FORMAS DE PROGRESO RELACIONADOS CON LA INDUSTRIALIZACION, EL DESARROLLO ECONOMICO Y URBANO Y LAS TRANSFORMACIONES DE LA ENERGIA EN NUESTRA BIOSFERA.

EN VIRTUD DE LO ANTERIOR, HA SURGIDO LA NECESIDAD DE CONDICIONAR LAS CONDUCTAS INDIVIDUALES Y SOCIALES PARA EVITAR AQUELLAS QUE PRODUZCAN EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE; SOBRE ESTA BASE SE CONSTRUYE EL DERECHO AMBIENTAL.

LA LEGISLACION AMBIENTAL QUE REGULA LA APROPIACION Y EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES DEL PAIS, ASI COMO LA PROTECCION- DEL MEDIO, SE INICIO EN 1917, CUANDO EL CONSTITUYENTE CON - UNA GRAN VISION OTORGO UN APLIO SUSTENTO LEGAL A LA PROTECCION DE LOS RECURSOS NATURALES EN MEXICO. ASI EN EL TERCER PARRAFO DEL ARTICULO 27 DE NUESTRA CARTA MAGNA QUEDO CONSA- GRADO EL DERECHO QUE TIENE LA NACION DE IMPONER A LA PROPEE- DAD PRIVADA LAS MODALIDADES QUE DICTE EL INTERES PUBLICO, - ASI COMO EL DE REGIR EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NA- TURALES SUSCEPTIBLES DE APROPIACION CON OBJETO DE HACER UNA DISTRIBUCION EQUITATIVA DE LA RIQUEZA PUBLICA, CUIDAR DE SU SERVICIO Y LOGRAR EL DESARROLLO EQUILIBRADO DEL PAIS.

CON ESTE FUNDAMENTO A PARTIR DE 1936, SE INICIO UN PROCESO- LEGISLATIVO EN EL CUAL EL EJECUTIVO EXPIDIO DIVERSOS ORDENA- MIENTOS ORIENTADOS A ESTABLECER NORMATIVIDAD SOBRE EL APRO- VECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES. ENTRE ESTAS DISPOSI- CIONES SE CUENTAN: LAS LEYES REGLAMENTARIAS AL ARTICULO 27- CONSTITUCIONAL, RELATIVAS AL RAMO DEL PETROLEO, LA MINERIA- Y LA ENERGIA, ASI COMO SUS RESPECTIVOS REGLAMENTOS, LAS LE- YES FEDERALES DE AGUAS, DE CAZA, FORESTAL, DE REFORMA AGRA- RIA, PARA EL FOMENTO DE LA PESCA, DE FOMENTO AGROPECUARIO, - DE OBRAS PUBLICAS Y DE CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA, ETC.

DE LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS ANTES MENCIONADOS, SE DESTA- CA QUE LOS RECURSOS NATURALES FUERON OBJETO DE PROTECCION - JURIDICA ESPECIFICA, SIN EMBARGO, EN LO QUE SE REFIERE A LA LEGISLACION AMBIENTAL PROPIAMENTE DICHA, ESTO ES, EN SENTIDO



ESTRICTO, PODEMOS AFIRMAR QUE ESTA SE INICIA A PARTIR-  
DE 1971 CON MOTIVO DE LA EXPEDICION DE LA LEY FEDERAL PARA-  
PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACION AMBIENTAL. SIN EMBARGO,  
SE DEBE DESTACAR QUE ESTE ORDENAMIENTO ABORDO UNICAMENTE  
LOS FENOMENOS DE CONTAMINACION DEL AGUA, AIRE Y SUELO, -  
CONCIBIENDOSE A LA PROBLEMATICA AMBIENTAL SOLO COMO UN PRO-  
BLEMA DE SALUD PUBLICA.

CONSERVANDO EN PRINCIPIO LA ESENCIA, EL ESPIRITU Y LA CONCEPCION  
RESTRINGIDA DE LA LEY DE 1971, AL MANTENER SU CARACTER  
DE ASUNTO DE SALUBRIDAD GENERAL, EN 1982, SE PUBLICO LA  
LEY FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE. EN ESTA LEY APARECEN  
POR VEZ PRIMERA, AUNQUE EN FORMA PRECARIA, LAS MEDIDAS-  
PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA PROTECCION INTEGRAL DEL AMBIENTE  
EN SU CONJUNTO COMO ES LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL  
DE LOS PROYECTOS DE OBRAS PUBLICAS Y PRIVADAS, COMO UN-  
INSTRUMENTO BASICO DE PLANEACION AMBIENTAL.

EN 1987, PARA FORTALECER LAS BASES CONSTITUCIONALES EN LA -  
MATERIA, SE REFORMARON LOS ARTICULOS 27 Y 73 DE NUESTRA CARTA  
MAGNA, ELEVANDO AL MAS ALTO RANGO UNA DE LAS PRINCIPALES  
PREOCUPACIONES DE LA SOCIEDAD: LA PRESERVACION Y RESTAURACION  
DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO; SE DESCENTRALIZAN LAS ATRIBUCIONES  
EN ESTA MATERIA ESTABLECIENDO LA CONCURRENCIA DE LAS  
TRES INSTANCIAS DE GOBIERNO: FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL, -  
PARA LA EFICAZ ATENCION A LOS PROBLEMAS AMBIENTALES.

CON EL PROPOSITO DE HACER EFECTIVOS LOS ANTERIORES PRINCIPIOS CONSTITUCIONALES, SE PROMOVIO LA INICIATIVA DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE.

BAJO ESTA CONCEPCION SE EXPIDE EN 1988 LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE. ESTE NUEVO ORDENAMIENTO, SUSTENTA EL PRINCIPIO DE QUE LA PREVENCION ES EL MEDIO MAS EFICAZ PARA PRESERVAR EL EQUILIBRIO DE LOS ECOSISTEMAS ECOLOGICOS; FORTALECE LOS MECANISMOS DE CONTROL, A FIN DE REDUCIR O CORREGIR EL DETERIORO AMBIENTAL, DEFINE LOS CAMPOS DE ATRIBUCIONES DE LAS ENTIDADES CONCURRENTES: FEDERACION, ESTADOS Y MUNICIPIOS, Y ESTABLECE COMO INSTRUMENTO DE LA POLITICA ECOLOGICA, EL ORDENAMIENTO ECOLOGICO, EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL Y LAS NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS; VINCULA A LA PLANEACION NACIONAL DE DESARROLLO A LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE Y CONSIDERA LAS RELACIONES DE INTERDEPENDENCIA QUE GUARDAN ENTRE SI LOS ELEMENTOS DE UN ECOSISTEMA.

ASIMISMO, ESTE ORDENAMIENTO JURIDICO REGULA OTROS CAMPOS COMO SON: LA CONTAMINACION AMBIENTAL MEDIANTE LA PREVENCION Y CONTROL EN AIRE, AGUA Y SUELO; LOS RECURSOS NATURALES A TRAVES DE LA PROTECCION DE FLORA Y FAUNA TERRESTRE Y ACUATICA, Y LA CREACION DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS, ASIMISMO DA INICIO AL CONTROL DE ACTIVIDADES CONSIDERADAS RIESGOSAS.

EN LO QUE SE REFIERE A LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL, EL CITADO ORDENAMIENTO LEGAL PREVE QUE LA REALIZACION DE OBRAS O ACTIVIDADES PUBLICAS O PRIVADAS, REQUIEREN AUTORIZA

CION DE LA SEDUE Y DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS O MUNICIPIOS. LIMITA LA PARTICIPACION DE LA FEDERACION A LOS CASOS EN ELLA SEÑALADOS, ENTRE LOS QUE SE ENCUENTRAN LA INDUSTRIA DE GENERACION Y TRANSMISION DE ELECTRICIDAD.

ASIMISMO, DISPONE QUE LAS AUTORIDADES LOCALES TIENEN ATRIBUCIONES PARA EVALUAR TODOS AQUELLOS CASOS QUE SUS LEGISLACIONES ESTIMEN DE INTERES.

PARA OBTENER LA AUTORIZACION, EL INTERESADO DEBERA PRESENTAR UNA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU CASO, ESTA MANIFESTACION DEBE IR ACOMPAÑADA DE UN ESTUDIO DE RIESGO DE LA OBRA O ACTIVIDAD.

EN LO QUE SE REFIERE A LAS LEYES ESTATALES DEL EQUILIBRIO -- ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE A LA FECHA SE HAN PUBLICADO 16 CORRESPONDIENTES A LOS ESTADOS DE QUERETARO, HIDALGO, YUCATAN, AGUASCALIENTES, QUINTANA ROO, JALISCO, NUEVO LEON, MORELOS, TABASCO, ZACATECAS, COAHUILA, VERACRUZ, DURANGO, SAN LUIS POTOSI, GUANAJUATO Y COLIMA.

## CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA

CLAVE DE LA NORMA	NOMBRE DE LA NORMA	FECHA DE PUBLICACION
NTE-CCA-001-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LAS CENTRALES TERMoeLECTRICAS CONVENCIONALES.	4-VIII-88
NTE-CCA-002-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA PRODUCTORA DE AZUCAR DE CANA.	4-VIII-88
NTE-CCA-003-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE REFINACION DE PETROLEO CRUDO, SUS DERIVADOS Y PETROQUIMICA BASICA.	4-VIII-88
NTE-CCA-004-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LAS INDUSTRIAS DE FABRICACION DE FERTILIZANTES EXCEPTO LAS QUE PRODUZCAN ACIDO FOSFORICO COMO PRODUCTO INTERMEDIO.	4-VIII-88

NTE-CCA-005-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LAS INDUSTRIAS DE FABRICACION DE PRODUCTOS PLASTICOS Y POLIMEROS SINTETICOS.	4-VIII-88
NTE-CCA-006-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LAS INDUSTRIAS DE FABRICACION DE HARINAS.	6-VI-88
NTE-CCA-007-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LA CERVEZA Y DE LA MALTA.	4-VIII-88
NTE-CCA-008-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LAS INDUSTRIAS DE FABRICACION DE ASBESTOS DE CONSTRUCCION.	6-VI-88
NTE-CCA-009-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA ELABORADORA DE LECHE Y SUS DERIVADOS.	4-VIII-88

NTE-CCA-010-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE MANUFACTURA DE VIDRIO PLANO.	6-VI-88
NTE-CCA-011-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS DE VIDRIO Prensado y soplado.	6-VI-88
NTE-CCA-012-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE FABRICACION DE CAUCHO SINTETICO, LLANTAS Y CAMARAS.	6-VI-88
NTE-CCA-013-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y ACERO.	4-VIII-88
NTE-CCA-014-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA TEXTIL.	4-VIII-88
NTE-CCA-015-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL.	4-VIII-88

NTE-CCA-016-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE BEBIDAS BASEOSAS.	4-VIII-88
NTE-CCA-017-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE ACABADOS METALICOS.	19-X-88
NTE-CCA-018-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LAMINACION, EXTRUSION Y ESTIRAJE DE COBRE Y SUS ALEACIONES.	6-VI-88
NTE-CCA-019-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE IMPREGNACION DE PRODUCTOS DE ASERRADERO.	6-VIII-88
NTE-CCA-020-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE ASBESTO TEXTILES, MATERIALES DE PROTECCION Y BELLADORES.	6-VI-88

NTE-CCA-021-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DEL CURTIDO Y ACABADO DE PIELES.	4-VIII-88
NTE-CCA-022-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE MATANZA DE ANIMALES Y EMPACADO DE CARNICOS.	4-VIII-88
NTE-CCA-023-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE ENVASADO DE CONSERVAS ALIMENTICIAS.	19-X-88
NTE-CCA-024-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA ELABORADORA DE PAPEL A PARTIR DE CELULOSA VIRGEN.	14-XII-88
NTE-CCA-025-88	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN CUERPOS DE AGUA PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA ELABORADORA DE PAPEL A PARTIR DE FIBRA CELULOSA RECICLADA.	14-XII-88
CE-CCA-001/89	CRITERIOS ECOLOGICOS DE CALIDAD DEL AGUA.	13-XII-89



## CONTROL DE RESIDUOS PELIGROSOS

CLAVE DE LA NORMA	NOMBRE DE LA NORMA	FECHA DE PUBLICACION
NTE-CRP-001-88	CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DE RESIDUOS PELIGROSOS Y EL LISTADO DE LOS MISMOS.	6-VI-88
NTE-CRP-002-88	PROCEDIMIENTOS PARA LLEVAR A CABO LA PRUEBA DE EXTRACCION PARA DETERMINAR LOS CONSTITUYENTES QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSO POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE.	14-XII-88
NTE-CRP-003-88	PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA INCOMPATIBILIDAD ENTRE DOS O MAS RESIDUOS CONSIDERADOS COMO PELIGROSOS POR LA NORMA TECNICA ECOLOGICA NTE-CRP-001-88	14-XII-88
NTE-CRP-008-88	REQUISITOS QUE DEBEN REUNIR LOS SITIOS DESTINADOS AL CONFINAMIENTO CONTROLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS EXCEPTO DE LOS RADIOACTIVOS.	6-VI-88
NTE-CRP-009/89	QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO PARA RESIDUOS PELIGROSOS.	8-IX-89
NTE-CRP-010-88	REQUISITOS QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL DISEÑO, CONSTRUCCION, Y OPERACION DE SELLADOS DE CONFINAMIENTO CONTROLADO PARA RESIDUOS PELIGROSOS DETERMINADOS POR LA NORMA TECNICA ECOLOGICA NTE-CRP-001-88.	14-XII-88

NTE-CRF-011/07

QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS 13-XII-89  
PARA LA OPERACION DE UN  
CONFINAMIENTO CONTROLADO DE  
RESIDUOS PELIGROSOS.

## CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA

CLAVE DE LA NORMA	NOMBRE DE LA NORMA	FECHA DE PUBLICACION
NTE-CCAT-001-88	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE BIOXIDO Y TRIOXIDO DE AZUFRE Y NEBLINAS DE ACIDO SULFURICO EN PLANTAS PRODUCTORAS DE ACIDO SULFURICO	6-VI-88
NTE-CCAT-002-88	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA - DE PARTICULAS ORIGINADAS EN LOS HORNOS DE CALCINACION -- DE LA INDUSTRIA DEL CEMENTO.	6-VI-88
NTE-CCAT-003-88	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE HIDROCARBUROS Y MONOXIDO DE CARBONO PROVENIENTES DEL ESCAPE DE VEHICULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACION QUE UTILIZAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLE.	6-VI-88
NTE-CCAT-004-88	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE HIDROCARBUROS, MONOXIDO DE CARBONO Y OXIDOS DE NITROGENO, PROVENIENTES DEL ESCAPE DE VEHICULOS AUTOMOTORES NUEVOS EN PLANTA QUE USAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLE.	19-X-88
NTE-CCAT-005-88	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE PARTICULAS, MONOXIDO DE CARBONO, BIOXIDO DE AZUFRE Y OXIDO DE NITROGENO, PROVENIENTES DE PROCESOS DE COMBUSTION DE DIESEL EN FUENTES FIJAS.	19-X-88

NTE-CCAT-006-88	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE PARTICULAS, MONOXIDO DE CARBONO, BIOXIDO DE AZUFRE Y OXIDOS DE NITROGENO PROVENIENTES DE PROCESOS DE COMBUSTION DEL CARBON EN CARBOELECTRICAS.	14-XII-88
NTE-CCAT-007-88	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE PARTICULAS, MONOXIDO DE CARBONO, BIOXIDO DE AZUFRE Y OXIDOS DE NITROGENO, PROVENIENTES DE PROCESOS DE COMBUSTION DE COMBUSTIBLEO EN FUENTES FIJAS.	19-X-88
NTE-CCAT-008-88	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE PARTICULAS, MONOXIDO DE CARBONO, BIOXIDO DE AZUFRE Y OXIDOS DE NITROGENO, PROVENIENTES DE PROCESOS DE COMBUSTION DE GAS NATURAL EN FUENTES FIJAS.	19-X-88
NTE-CCAT-009-88	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE PARTICULAS SOLIDAS PROVENIENTES DE FUENTES FIJAS.	18-X-88
NTE-CCAT-010-88	NIVEL MAXIMO PERMISIBLE DE OPACIDAD DEL HUMO, PROVENIENTE DEL ESCAPE DE MOTORES NUEVOS EN PLANTA QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE, UTILIZADOS PARA LA PROPULSION DE VEHICULOS AUTOMOTORES.	14-XII-88
NTE-CCAT-011-88	NIVEL MAXIMO PERMISIBLE DE OPACIDAD DEL HUMO, PROVENIENTES DEL ESCAPE DE VEHICULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACION QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE.	14-XII-88

NTE-CCAT-012-88

NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE BIOXIDO DE AZUFRE, NEPLINAS DE TRIOXIDO DE AZUFRE Y ACIDO SULFURICO PROVENIENTES DE PROCESOS DE PRODUCCION DE ACIDO DODECILBENCENSULFONICO

14-XII-88

NTE-CCAT-013-89

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO Y EL PROCEDIMIENTO DE MEDICION PARA LA VERIFICACION DE LOS NIVELES DE EMISION DE CONTAMINANTES, PROVENIENTES DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACION QUE UTILIZAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLES, CUYOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES ESTAN DETERMINADOS POR LAS NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS CORRESPONDIENTES.

07-VI-89

NTE-CCAT-015-90

NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES DE HIDROCARBUROS, MONOXIDO DE CARBONO Y OPACIDAD, PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LAS MOTOCICLETAS EN CIRCULACION, QUE USAN GASOLINA O MEZCLA DE GASOLINA-ACEITE COMO COMBUSTIBLE

NTE-CCAT-016-90

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO Y EL PROCEDIMIENTO DE MEDICION PARA LA VERIFICACION DE LOS NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE HIDROCARBUROS, MONOXIDO DE CARBONO Y OPACIDAD PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LAS MOTOCICLETAS EN CIRCULACION, QUE UTILIZAN GASOLINA O MEZCLA DE GASOLINA-ACEITE COMO COMBUSTIBLE.

# MONITOREO ATMOSFERICO

CLAVE DE LA NORMA	NOMBRE DE LA NORMA	FECHA DE PUBLICACION
NTE-CCAM-001-88	PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA CONCENTRACION DE MONOXIDO DE CARBONO EN EL AIRE.	19-X-88
NTE-CCAM-002-88	PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA CONCENTRACION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE.	14-XII-88

CLAVE DE LA  
NORMA

NOMBRE DE LA NORMA

FECHA DE  
PUBLICACION

CE-OESE-001/88

QUE DEBEN OBSERVARSE EN LA SELECCION Y PREPARACION DE SITIOS DESTINADOS A LA INSTALACION DE SISTEMAS PARA APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS, ASI COMO PARA LA CONSTRUCCION Y OPERACION DE ESTOS SISTEMAS.

26-V-89

CE-OESE-002/88

QUE DEBEN OBSERVARSE EN LA SELECCION Y PREPARACION DE SITIOS DESTINADOS A LA INSTALACION DE CENTRALES TERMoelectricas convencionales, ASI COMO PARA LA CONSTRUCCION DE LAS MISMAS.

21-XI-88

CE-OESE-003/89

PARA LA SELECCION Y PREPARACION DE SITIOS Y TRAYECTORIAS, CONSTRUCCION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LINEAS DE TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA DE ALTA TENSION Y DE SUBESTACIONES ELECTRICAS DE POTENCIA.

21-XI-88

CE-OESE-004/89

PARA LA SELECCION, EXPLORACION Y PREPARACION DE SITIOS DESTINADOS A LA INSTALACION DE SISTEMAS GEOTERMoelectricos, ASI COMO LA CONSTRUCCION DE LOS MISMOS

26-V-89

ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

PRIMER LISTADO DE 28-III-90  
ACTIVIDADES ALTAMENTE  
RIESGOSAS.



CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA.

- NOM-AA-01-1972 Método de prueba para determinar la densidad aparente visual del humo empleando la carta de Ringelmann & fuentes estacionarias.
- NOM-AA-02-1977 Evaluación de las emisiones de humo provenientes de motores estacionarios que usan combustibles diesel
- NOM-AA-09-1973 Determinación del flujo de gases en un conducto por medio del tubo pitot
- NOM-AA-10-1974 Determinación de la emisión de partículas sólidas contenidas en los gases que se descargan por un conducto
- NOM-AA-11-1980 Contaminación atmosférica-vehículos automotores nuevos a gasolina-evaluación de emisiones de gases de escape
- NOM-AA-13-1976 Evaluación de la opacidad del humo proveniente de vehículos automotores equipados con motor diesel
- NOM-AA-23-1986 Protección al ambiente-contaminación atmosférica-terminología
- NOM-AA-27-1976 Determinación de las emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible
- NOM-AA-35-1976 Determinación de dióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión.
- NOM-AA-49-1977 Purificadores de aire electrostáticos
- NOM-AA-54-1978 Contaminación atmosférica-determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un conducto-método gravimétrico.
- NOM-AA-55-1976 Contaminación atmosférica-fuentes fijas - determinación de dióxido de azufre en gases que fluyen por un conducto.
- NOM-AA-56-1980 Contaminación atmosférica-fuentes fijas - determinación de dióxido de azufre, trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico en los gases que fluyen por un conducto.

- NOM-AA-69-1980 Contaminación atmosférica-fuentes fijas  
determinación de ácido sulfhídrico en -  
gases que fluyen por un conducto.
- NOM-AA-70-1980 Contaminación atmosférica-fuentes fijas  
determinación de cloro y/o cloruros en  
los gases que fluyen por un conducto
- NOM-AA-85-1986 Protección al ambiente-contaminación at  
mosférica fuentes fijas - gasómetros hú  
medos-calibración- método de sifoneo
- NOM-AA-88-1986 Protección al ambiente-contaminación at  
mosférica-fuentes fijas-gasómetros se--  
cos-calibración
- NOM-AA-90-1986 Contaminación atmosférica-fuentes fijas  
determinación de neblina de ácido fosfó  
rico en los gases que fluyen por un con  
ducto.
- NOM-AA-106-1987 Calidad del aire-determinación del diá-  
metro máximo de poro en filtros rígidos  
y de membrana en función de la presión.

## RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985	Residuos sólidos municipales-Muestreo-Método de cuarteo.
NOM-AA-16-1984	Residuos sólidos municipales-Determinación de humedad.
NOM-AA-18-1984	Residuos sólidos municipales-Determinación de cenizas.
NOM-AA-19-1985	Residuos sólidos municipales-Peso volumétrico " IN SITU".
NOM-AA-21-1985	Residuos sólidos municipales-Determinación de materia orgánica.
NOM-AA-22-1985	Residuos sólidos municipales-Selección y cuantificación de subproductos.
NOM-AA-24-1984	Residuos sólidos municipales-Determinación de nitrógeno total.
NOM-AA-25-1984	Residuos sólidos municipales-Determinación de pH-Método potenciométrico.
NOM-AA-31-1976	Determinación de azufre en desechos sólidos.
NOM-AA-32-1976	Determinación de fósforo total en desechos sólidos-Método del fosfovanadomolibdato.
NOM-AA-33-1985	Residuos sólidos municipales-Determinación de poder calorífico superior
NOM-AA-52-1985	Residuos sólidos municipales-Preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.
NOM-AA-61-1985	Residuos sólidos municipales-Determinación de la generación.
NOM-AA-67-1985	Residuos sólidos municipales-Determinación de la relación carbono/nitrógeno.
NOM-AA-68-1986	Residuos sólidos municipales-Determinación del Hidrógeno a partir de materia orgánica.
NOM-AA-80-1986	Residuos sólidos municipales -Determinación del porcentaje de oxígeno en materia orgánica.
NOM-AA-91-1985	Residuos sólidos-Terminología
NOM-AA-92-1984	Residuos sólidos municipales-Determinación de azufre.

NOM-AA-94-1984

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL  
SUELO RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETER  
MINACION DE FOSFORO TOTAL.

NOM-AA-105-1988

PLAGUICIDAS-DETERMINACION DE RESIDUOS EN  
SUELO-METODO DE TOMA DE MUESTRAS.

## CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA

NOM-AA-3-1980	Aguas residuales-Muestreo
NOM-AA-4-1977	Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales.-Método del cono imhoff.
NOM-AA-5-1980	Aguas-Determinación de grasas y aceites. Método de Extracción soxhlet.
NOM-AA-6-1973	Determinación de materia flotante en --- aguas residuales. Método visual con malla específica.
NOM-AA-7-1980	Aguas-Determinación de la temperatura.-Método-visual con termómetro.
NOM-AA-8-1980	Aguas-Determinación de pH.-Método potenciométrico.
NOM-AA-12-1980	Aguas-Determinación de oxígeno disuelto.-Método de Winkler simple o modificado.
NOM-AA-14-1980	Cuerpos receptores-Muestreo.
NOM-AA-17-1980	Aguas-Determinación de color.-Método Espectrofotométrico.
NOM-AA-20-1980	Aguas-Determinación de sólidos disueltos-totales. Método Gravimétrico.
NOM-AA-26-1980	Aguas-Determinación de nitrógeno total. Método Kjeldahl.
NOM-AA-28-1981	Determinación de demanda bioquímica de oxígeno. Método de incubación por diluciones.
NOM-AA-29-1981	Aguas-Determinación del fósforo total. Método-colorimétrico del azul de molibdeno o cloruro estano.
NOM-AA-30-1981	Análisis de aguas-Demanda química de oxígeno.-Método de reflujo del dicromato.
NOM-AA-34-1981	Determinación de sólidos en agua.-Método Gravimétrico.
NOM-AA-36-1980	Aguas-Determinación de acidez total y alcalinidad total.-Método Potenciométrico y Volumétrico.

- NOM-AA-38-1981 Análisis de agua-Determinación de la turbiedad en agua.-Método turbidimétrico de la bujía patrón.
- NOM-AA-39-1980 Agua-Determinación de sustancias activas al azul de metileno (detergentes). Método colorimétrico del azul de metileno.
- NOM-AA-42-1981 Análisis de aguas.-Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales. Método de tubos múltiples de fermentación.
- NOM-AA-44-1981 Determinación de cromo hexavalente en agua.-Método colorimétrico de la difenil carbazida.
- NOM-AA-45-1977 Determinación de color en agua escala platino cobalto. Método de comparación visual
- NOM-AA-46-1971 Determinación del arsénico en aguas Método espectrofotométrico del dietil ditio (carbamato de plata).
- NOM-AA-50-1978 Determinación de fenoles en agua.-Método espectrofotométrico bipirina de la 4-amino antipirina.
- NOM-AA-51-1981 Análisis de agua.-Determinación de metales Método espectrofotométrico de absorción atómica.
- NOM-AA-53-1981 Análisis de aguas-Determinación de la materia extractable con cloroformo.-Método gravimétrico.
- NOM-AA-57-1981 Análisis de agua-Determinación del plomo-Método colorimétrico de la ditizona.
- NOM-AA-58-1982 Análisis de agua-Determinación de cianuros Método colorimétrico y titulométrico.
- NOM-AA-60-1981 Análisis de aguas-Determinación de Cadmio Método colorimétrico de la ditizona
- NOM-AA-63-1981 Análisis de aguas-Determinación del Boro - Método potenciométrico con manitol.
- NOM-AA-64-1981 Análisis de agua-Determinación del mercurio Método colorimétrico de la ditizona.
- NOM-AA-65-1981 Análisis de agua-Determinación del selenio Método colorimétrico de la 3,3'-diamino bencidina.

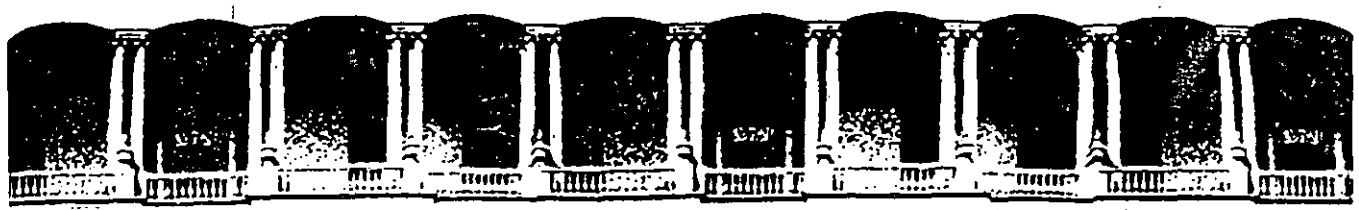
- NOM-AA-66-1981 Análisis de agua-Determinación de cobre-  
Método colorimétrico de la Neocuproina.
- NOM-AA-71-1981 Análisis de agua-Determinación de plagui-  
cidas-organoclorados-Método cromatográfi-  
co de gases.
- NOM-AA-72-1981 Análisis de agua-Determinación de dureza-  
Método Volumétrico con E.D.T.A.
- NOM-AA-73-1981 Análisis de agua-Determinación de cloru-  
ros Método argentométrico.
- NOM-AA-74-1981 Análisis de agua-Determinación del ión --  
sulfato. Métodos gravimétrico y turbidimé-  
trico
- NOM-AA-75-1982 Análisis de agua-Determinación de Sílice-  
Método colorimétrico y gravimétrico de --  
deshidratación.
- NOM-AA-76-1982 Análisis de agua-Determinación de níquel-  
Método colorimétrico de la dimetilglioxina
- NOM-AA-77-1982 Análisis de agua Determinación de fluoru-  
ros-Método colorimétrico del S.P.A.D.N.S.
- NOM-AA-78-1982 Análisis de agua-Determinación de zinc. Mé-  
todos colorimétricos de la ditizona I, la  
ditizona II y espectrofotometría de absor-  
ción atómica.
- NOM-AA-79-1986 Protección al ambiente-Contaminación de --  
Agua determinación de nitrógeno de nitrato-  
Método de sulfato de brucina.
- NOM-AA-81-1986 Contaminación del Agua-Determinación de Ni-  
trógeno de Nitrato en Agua Marina-Método -  
de Reducción de Nitrato a Nitrito en Colum-  
na de Cadmio-Cobre.
- NOM-AA-82-1986 Contaminación del agua-Determinación de Ni-  
trógeno Método Espectrofotométrico Ultra--  
violeta.
- NOM-AA-83-1982 Análisis de agua-Determinación de olor. Mé-  
todo empírico de comparación.
- NOM-AA-84-1982 Análisis de agua-Determinación de Sulfuros  
Método colorimétrico del azul metileno e  
iodométrico
- NOM-AA-89/1-1986 Calidad de Agua-Vocabulario-Parte 1 -Protec-  
ción al Ambiente.

- NOM-AA-93-1984 Protección al Ambiente-Contaminación del Agua-Determinación de la Conductividad Eléctrica
- NOM-AA-99-1987 Protección al Ambiente-Calidad del Agua-Determinación de Nitrogeno de Nitritos en Agua.
- NOM-AA-100-1987 Calidad del Agua-Determinación de Cloro Total-Método iodométrico.
- NOM-AA-101-1983 Análisis de agua-Determinación de Estroncio radiactivo. Métodos absorción atómica, gravimétrico y flamometría con espectrofotómetro con aditamento de flama.
- NOM-AA-102-1987 Calidad del Agua-Detección y Enumeración de organismos coliformes termotolerantes y Escherichia coli presumtiva. Método de filtración en membrana
- NOM-AA-104-1988 Plaguicidas.- Determinación de Residuos en Agua.- Método de toma de muestras.



## RUIDO.

- NOM-AA-37-1978 Vehículos Automotores-Determinación del Nivel sonoro método dinámico.
- NOM-AA-40-1976 Clasificación de Ruidos
- NOM-AA-41-1976 Determinación del nivel sonoro emitido por Biciclos y Triciclos Motorizados
- NOM-AA-43.-1977 Determinación del nivel sonoro emitido por fuentes fijas
- NOM-AA-47-1977 Sonómetros para usos generales
- NOM-AA-48-1977 Método de prueba estático para la detección del nivel sonoro emitido por vehículos automotores, biciblos y triciclos, motorizados.
- NOM-AA-59-1978 Acústica-Sonómetros de precisión
- NOM-AA-62-1978 Acústica-Determinación de los niveles de ruido ambiental.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

***CURSOS ABIERTOS***

***EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL***  
***APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS***  
***Del 31 de agosto al 11 de septiembre de 1992***

***5. AFECTACIONES A LA CALIDAD DEL SUELO***

***DR. JORGE F. CERVANTES BORJA***

***AGOSTO-SEPTIEMBRE-1992***

MODELO GEOECOSISTÉMICO PARA LA PROSPECCION, USO Y MANEJO  
DEL MEDIO Y LOS RECURSOS NATURALES

Jorge F. Cervantes Borja\*

RESUMEN

El conocimiento funcional "potencia-eficiencia" en el uso y conservación de los elementos del medio natural, independientemente de su función intrínseca en el complejo geoeosistémico, es premisa fundamental para que el hombre obtenga la capacidad de manejar, usar y conservar los bienes de la naturaleza.

Para lograr aprehender y comprender el complejo universo de interacciones que se suscitan en la función y evolución de los medios naturales, la "teoría general de sistemas" parece ser el procedimiento más adecuado. En el presente ensayo se propone una metodología en la que se van integrando, por niveles, una serie de elementos en los cuales el "geoeocotopo" representa la unidad fundamental de la síntesis geoeológica, en tanto que el "geoeosistema" constituye la unidad básica de la regionalización natural. Si se cumple con cada una de estas etapas, se estará en condiciones de derivar este aspecto cognoscitivo a otros estudios como: prospección de recursos naturales, gestión ambiental, ordenamiento del territorio, etc.

SUMMARY

La connaissance fonctionnelle de la relation "puissance-efficence" dans l'utilisation et la conservation des éléments du milieu naturel, indépendamment de sa fonction intrinseque dans le complexe géoeosystemique, est une prémissse fondamentale pour que l'homme acquière la capacité de gérer, utiliser et conserver les ressources de la nature.

Pour arriver à concevoir et comprendre le complexe universel d'interactions qui interviennent dans le fonctionnement et l'évolution des milieux naturels, la "théorie générale des systemes" semble être l'approche la plus appropriée. Dans cet essai il est proposé une méthode intégrant, par niveaux, une série d'éléments dans lesquels le "géoeocotopo" représente l'unité fondamentale de la synthèse géoeologique et le "géoeosystema" l'unité de base de la régionalisation naturelle. On peut espérer appliquer les résultats obtenus à d'telles que la prospection des ressources naturelles, la gestion de l'environnement, l'aménagement du territoire, etc.

\* Investigador. Instituto de Geografía, UNAM.

## INTRODUCCION

La relación funcional que el hombre ha mantenido con su medio natural, en el tiempo y en el espacio, se puede interpretar como la capacidad que ha intentado alcanzar para dominar, usar y, ultimamente, conservar los recursos de la naturaleza; tal cometido sería óptimo a medida que la humanidad conociera, comprendiera y aplicara adecuadamente una relación funcional de potencia-eficiencia en el uso y conservación de los elementos del medio natural, sin menoscabo de su función intrínseca, (López, 1974). Para lograr el óptimo de esta relación se requiere establecer el análisis estructural y funcional de los diferentes medios naturales, como una base fundamental para planear, por una parte, su manejo, en tanto que éste requiere de un mantenimiento como sistema autofuncional y, por otra, su operatividad, en tanto que se le use como sistema de producción. En otras palabras, el uso del sistema "Medio Natural" reclama, por principio, el conocimiento previo de su funcionamiento y mantenimiento por parte del operador humano, antes de que éste lo ponga a producir. Desgraciadamente, esto es lo que menos se ha hecho en lo que a planeación se refiere, y tranquilamente se determina el uso, pero sin que en ello se defina también el manejo de los diversos medios naturales, por lo que dicha forma operativa conlleva la pérdida de recursos reales y potenciales, con el consecuente desequilibrio de los elementos del medio que, a menudo, desencadenan retroacciones negativas al hombre y, al final, una degeneración del medio natural que eleva y hace inoperante la relación costo-beneficio, que es el objetivo básico de la planeación económica. Esta es la forma más común que se ha dado en la planeación del uso y manejo de los recursos naturales de nuestro país, y de ahí la ineficiencia del sistema de planeación seguido (De la Garza, 1986) (Mendiola, 1979) (Lacy, 1985) (SEDUF, 1983).

Para superar lo anterior se requiere de la aprehensión y comprensión del complejo universo de interacciones que caracterizan la función y evolución de los medios naturales y, en ello, el apoyo filosófico de la Teoría General de Sistemas constituye el procedimiento más adecuado (Naveh, 1984).

El acervo bibliográfico cuyos objetivos tienden a apoyar el proceso de planeación territorial para el desarrollo, ha tenido sus fuentes metodológicas en la ecología, la biología, ciencias de la Tierra, ciencias ambientales, ciencias de la ingeniería, planeación regional y la geografía. El desarrollo histórico de toda esta tendencia, que bien podría llamarse "planeación físico-biótica del territorio", ha tenido en común llegar a la apropiación óptima de la naturaleza y sus recursos, sin menoscabo de su calidad y estabilidad.

Toda esta corriente conceptual ha sido tratada y reseñada en sus contextos científico, tecnológico y socioeconómico, desde principios del decenio de los años 60, por autores como: Stoddart, 1965; Chorley, 1962; Neef, 1967; Schmithusen, 1970; Snedaker, 1972; Gerasimov, 1972; Stralher, 1973; Bartowski, 1974; Isachenko, 1979; Ruzika, 1976; Tricart, 1977; Cervantes, 1979; Beroutchachouli, 1977; Plakhotnik, 1973; Murcia, 1978; Richard, 1975; Nikolayev, 1979; Lugo, 1972; Odum, 1971; Preobrazhenky, 1981; Tricart y Kilian, 1979; Schults, 1967; Naveh, 1984; Zennoeveld, 1979; Cocks & Austin, 1978; Steinitz, 1977; etc.

Junto con lo anterior se tiene que mencionar, también, la obra clásica y pionera de profesores como Carl Troll y E. Neef, en la investigación de la ecología del paisaje (Landschaftsökologie) o geoeología, como el mismo Troll la bautizó y, en la cual, pretendían la búsqueda de las múltiples relaciones existentes entre los

factores y elementos de los paisajes naturales y culturales, dando especial importancia a "los fenómenos biológicos como vínculos entre las fuerzas del mundo inanimado, físico, de las que son dependientes, y los fenómenos culturales, determinados por el espíritu, que están sujetos a las motivaciones humanas". Estos autores establecieron como unidad de estudio espacial el "ecotopo", caracterizado por la integración de factores del medio físico: suelo, clima, hidrología, litología, etc., creando un concepto metodológico que, aunque fuertemente discutido, ha sido de amplia utilidad práctica tanto en la planificación física y ecológica del territorio, como en la concepción científica de la ecología del paisaje como unidad sintético-geográfica de la naturaleza; ciencia de la Tierra en su más amplio sentido, ya que en ella concurren la visión global e integrada de los fenómenos de la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera, la biosfera e, incluso, la antroposfera.

Hoy, al abrigo de la metodología de sistemas y de los principios y fundamentos de la ecología, han surgido diferentes métodos para optimar la capacitación integral de la información globalizada del medio natural, como parte fundamental del proceso de planeación para el desarrollo del territorio; asimismo, se enfatiza el hecho de que la diferenciación espacial de los medios naturales constituye, en sí misma, una base del ordenamiento territorial e, incluso, posiciones más radicales llegan a reivindicar, a veces, hasta un cierto "determinismo geográfico" (Mc Harg, 1968) (Enyedi, 1972) (Jackson, 1977).

## PROPOSICION

Dentro del concepto de orden sistémico, nuestro modelo se remite al orden funcional que rige los medios naturales por las relaciones multivariadas de sus elementos. Dicho orden jerarquiza los niveles de organización de las estructuras y su diferenciación progresiva a sistemas de orden superior (Lazlo, 1972) (Rapoport, 1976).

Por lo anterior, el modelo se basa en el análisis de las relaciones funcionales que diferencian las estructuras y sus elementos en la naturaleza. Se pretende, con ello, llegar, primero, a la identificación de los procesos de cambio y de control que definen la dinámica operativa del sistema natural, a partir de lo cual se está en posibilidad de captar y evaluar, en principio, el "estado y condición" que guardan los sistemas naturales en su relación "fase-espacio", lo que definimos en el paisaje como la organización del espacio natural.

Es ésta, entonces, una etapa de diagnóstico y pronóstico del estado de cada medio natural, etapa en la cual va inherente una dialéctica reductiva-emergente como la propuesta por Miller (1975) en su "Living Systems Taxonomy". Ello permite una mejor definición sintética de la aptitud intrínseca que cada medio posee, por las funciones naturales que cumple por y para el conjunto global de los demás elementos de la naturaleza con los que interactúa, y que sirva de fundamento al concepto holístico de la ecología del paisaje (Naveh, 1984) (Koestler, 1969) (Thienemann, 1965) (Schults, 1967).

Posteriormente a esta etapa fundamental sigue la de una integración operativa o planeación de objetivos dirigidos hacia el ordenamiento cultural del espacio.

En esta etapa, la generación, evaluación y cuantificación de soluciones y alternativas a los problemas que plantea la ocupación y manejo de la naturaleza, obliga a ir más lejos. Es decir, se trata de una fase de análisis dinámico en la que los elementos se integran bajo un concepto reductivo de causa-efecto, lo cual

permite el manejo sucinto y explicativo de la información, para, con ello, facilitar su discriminación hacia el campo de acción donde va a ser usada; de manera que esos primeros criterios de evaluación tienen ya un cierto peso en la toma de decisiones (Cervantes, 1974).

Esta proposición metodológica para el análisis prospectivo requiere de la introducción de las siguientes modalidades para asegurar su éxito:

- a) Se introduce la aplicación del análisis sistémico en lugar del tradicional por componentes.
- b) El análisis debe ser interdisciplinario.
- c) La interdisciplina requiere de un equipo de trabajo multidisciplinario.
- d) El equipo deberá definir la organización de la naturaleza así como la detección de problemas y la generación de soluciones viables al campo de acción-decisión.
- e) Se requiere de uno o varios coordinadores con preparación multidisciplinaria y visión sintética.

Solo respetando estas modalidades se estará en condiciones de visualizar y presentar fácilmente, a niveles ejecutivos, las soluciones cualitativas y cuantitativas más idóneas en la operación y manejo eficiente de los sistemas naturales (Cervantes, 1975).

Las diferencias de este modelo de análisis con otros se podría generalizar a partir de la forma de cómo se obtiene la información; la del procesamiento y estructuración de los datos; la definición de los niveles de generalización y subjetividad con la que se maneja la interpretación integral, así como la denominación y tipificación de las estructuras, los fenómenos y su sistema de relaciones.

## DISCUSION

Todo el contexto del análisis geoeosistémico propuesto se basa en la definición operativa del "geocotopo", tomado como la unidad estructural básica del sistema natural (Neef, 1963) (Cervantes, 1979, 1981).

Los sistemas naturales son autoevolutivos y, por tanto, presentan cambios continuos en el tiempo y el espacio. Dentro de esta dinámica, la tendencia a una estructura estable o de cambio mínimo constituye un cierto "estado" caracterizado por una estructura jerárquica de relaciones de sus componentes, la condición y tipo de sus elementos y las cualidades en el flujo de energía y materia.

### El geocotopo como unidad fundamental de síntesis geocológica

Las unidades básicas que constituyen las partes estructurales de un geocotopo son dos: el geotopo y el ecotopo. Ambos representan los medios físico y biológico ligados, desde el punto de vista funcional, en un geoeosistema (ver figura 1).

Por lo que respecta al geocotopo, éste denota el conjunto de elementos que forman y caracterizan la estructura física de un medio natural. Dichos elementos

ESTRUCTURA VERTICAL Y HORIZONTAL DEL GEOECOSISTEMA  
 CONCEPCION ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL (TIEMPO - ESPACIAL, X, Y, Z).

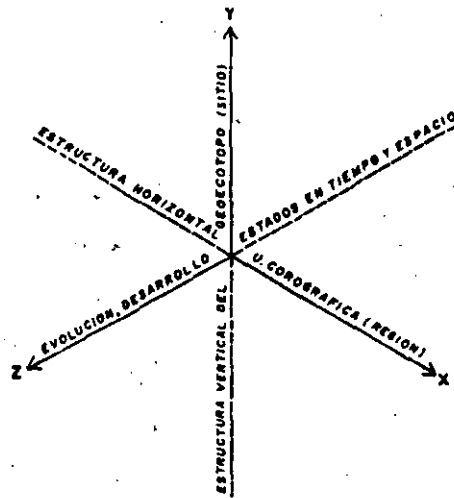
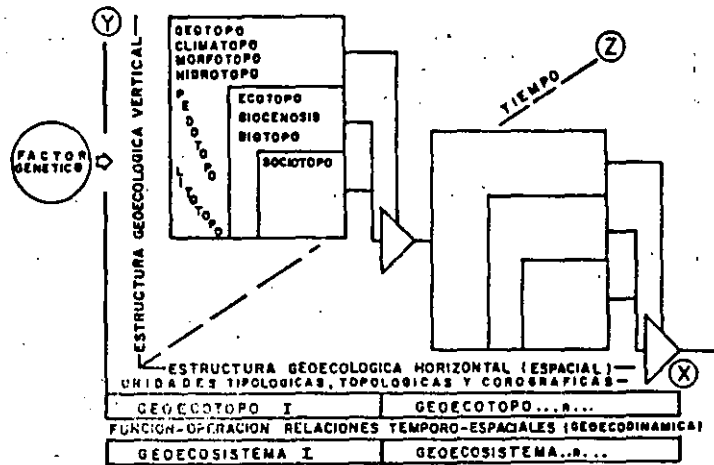


Figura 1. Bajo el concepto del sistema termodinámico no equilibrado de Prigogine (1976), la funcionalidad termodinámica no lineal e irreversible determina la formación continua de estructuras (fases) que intercambian energía y materia con el ambiente, durante cierto tiempo, promoviendo en cada cambio una evolución con una nueva dinámica y estabilidad global (estados), que tenderán también, progresivamente, a cambiar en el tiempo. Este modelo de ordenamiento que crea orden a través de la fluctuación es fundamental en el concepto metodológico de evolución y desarrollo de las estructuras geoeosistémicas.

son: relieve y modelado, sustrato geológico y suelo, balance de agua e hidrología, macro, meso y microclima, aspectos todos que denotan la cualidad de un sitio para sostener una calidad y un cierto tipo de vida. En el geotopo las relaciones funcionales que se establecen entre los diferentes geofactores y sus elementos son expresados por la morfogénesis, de manera que el análisis geomorfológico es un apoyo básico para determinar los límites que se establecen entre cada geotopo.

Por lo que respecta al ecotopo, éste es más o menos un sistema abierto de materia y energía que está normalmente encadenado con otros sistemas vecinos con los cuales interactúa. El ecotopo se estructura con productores autótrofos y consumidores heterótrofos, y sus funciones contienen fases de transformación, productividad, desarrollo, controles de equilibrio y sucesión (evolución). Todo ello forma la unidad y forma de vida que caracteriza un lugar. La superficie terrestre constituye, entonces, un continuo de paisajes o expresiones morfológicas de la interacción entre geotopos y ecotopos que forman complejos de geocotopos o unidades fundamentales de la síntesis geográfica prospectiva. Dentro de todas las posibilidades de transición, la frontera esbozada entre dos unidades fundamentales es puramente de orden práctico, casi siempre condicionada por los límites que se tienen para conocer y manejar la información. En un nivel superior, el conjunto de geocotopos pueden ser integrados, a su vez, para definir un sistema funcional mayor denominado geoeosistema.

#### El geoeosistema como unidad fundamental de la regionalización natural.

Conceptualmente, el geoeosistema es una estructura que emerge por arriba del nivel del geosistema y del ecosistema, bajo un patrón de funcionalidad autosostenible y autorregulable que se encuentra en estado de equilibrio dinámico y contenido en un espacio tetradimensional. Dicho espacio está rodeado por otros sistemas con los cuales se relaciona, interactúa y adapta; sin embargo, carece de fronteras tangibles por lo que su delimitación constituye el primer problema epistemológico que resolver, para mejorar su conceptualización geográfico ecológica (geoeológica). Como únicamente el planeta tiene fronteras definidas para los geoeosistemas que interactúan libremente en el mismo, la diferenciación tipológica y topológica de regiones y paisajes geográficos en función del uso y producción de energía y materia requiere de una integración de estructuras de consumo-producción, para conformar sus límites y niveles de organización que son, por otra parte, la base fundamental para regionalizar y ordenar el medio natural de acuerdo con su geoeosistema. Dicho en otra forma, el geoeosistema debe considerarse, primero, como una unidad funcional y, después, como una espacial.

Desde un punto de vista funcional, el geoeosistema incluye: circuitos de energía y materia, diversidad en el tiempo y en el espacio, desarrollo, evolución y mecanismos de control; pero desde el punto de vista de su estructura, se conforma por: elementos abióticos (clima, litología, suelo, agua, relieve), y por elementos bióticos (vegetación y fauna), ocupando un espacio y una temporalidad variables, con la complejidad de su organización vertical y horizontal (ver figura 1).

Cuando existe la posibilidad de integrar espacialmente las unidades geoeosistémicas surge otra categoría, denominada región natural, determinada por criterios que se basan principalmente en las estructuras geológicas, en las geomorfológicas y en el clima, dependiendo de cuáles sean los factores predominantes para caracterizar exactamente la región. Este nivel de clasificación determina una mayor variabilidad de la estructura ecológica regional, pero unifica las geoformas regionales, de manera que, con esta base, el aprovechamiento metodológico tiende a dar



NIVELES DE INTEGRACION DE LOS ESTUDIOS GEOGRAFICOS  
PROSPECTIVOS DE BASE GEODECOLOGICA

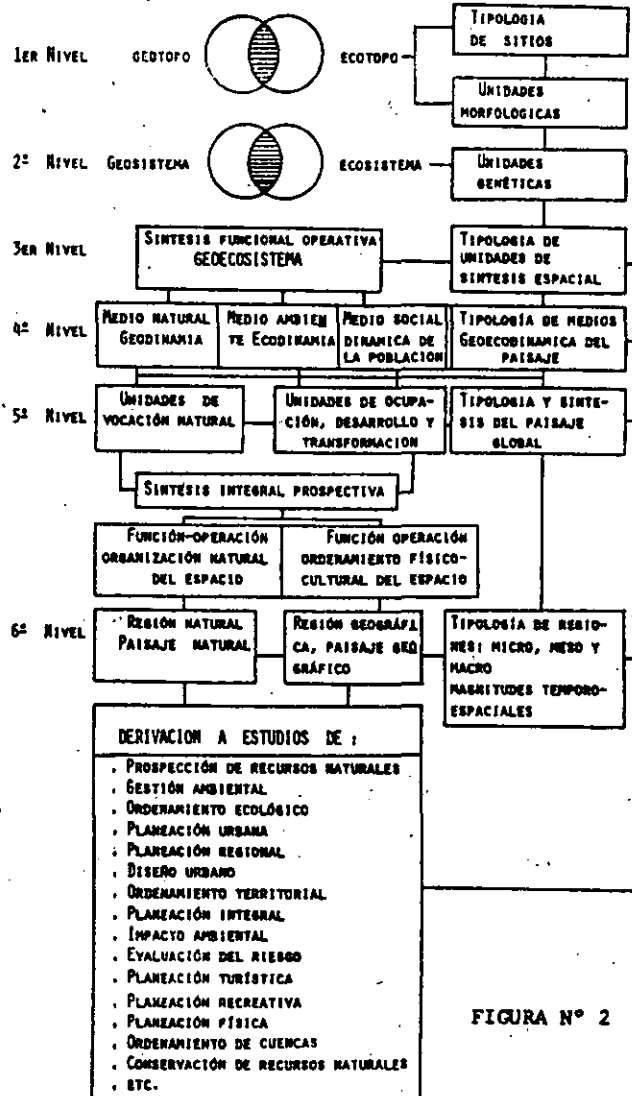


FIGURA Nº 2

La figura es indicativa de la forma como se establece la estructura cognoscitiva del modelo geocositémico y las categorías que emergen en cada modo de síntesis de relaciones.

una generalización progresiva en la que las unidades regionales son dominadas por las estructuras geoeosistémicas. Dicha generalización progresiva puede llegar hasta un 6° nivel de integración de los estudios geográficos en nuestra clasificación, que incluye la región natural y la región geográfica.

En la figura N° 2 se presenta la forma como se pueden integrar los estudios para la regionalización geográfica, según el concepto funcionalista de estructuración dinámica o sistema de transformación con capacidad de autorregulación con propiedades y leyes diferentes a las de sus partes (Naveh, 1984). Estas estructuras pueden sintetizarse de acuerdo con los principios de que la reducibilidad de un nivel Ns a uno Ni es la posibilidad de explicación de todas las leyes de Ns en la teoría de Ni. Por tanto, la estructura del sistema no está determinada por sus componentes en sí mismos, sino por las relaciones que se establecen entre ellos.

La noción de "funcionalidad" permite establecer mejor la síntesis de relaciones que guardan las estructuras y componentes de los geoeosistemas, formando niveles de integración conceptual con su especificidad geográfica en espacio y tiempo.

Todos aquellos factores o elementos que en una primera instancia quedan aparentemente fuera del nivel en estudio, mismos que algunos autores han llamado "condicionantes de contorno" (García, 1983) "emergen" durante el proceso de síntesis proponiéndose como factores de cambio o de control, lo que establece la importancia del circuito de realimentación en nuestro modelo.

Por tanto, la complejidad de estudio de un nivel no depende en principio de una magnitud areal o temporal, como en el caso de los estudios de inventario geográfico tradicional, en los que se plantea un objeto de estudio apriorístico, con magnitudes fijas, sino todo lo contrario, se establece un objeto virtual abstracto, puesto que se trata de una estructura de relaciones que va adquiriendo forma y dimensiones en la medida en que se va acomplejando o simplificando su estudio, pudiendo, entonces, pasar a niveles superiores o inferiores de integración objetiva.

## CONCLUSION

Los niveles menores de nuestra clasificación de regionalización natural, tales como los geocotopos y los geoeosistemas, son de gran importancia para conocer el grado de inestabilidad de ciertas regiones, como base fundamental para el ordenamiento y acondicionamiento del espacio. Además, el método facilita la decisión y ejecución de medidas para usar, manejar y proteger a la naturaleza, en su más amplio sentido, lo que justifica el espíritu de la planeación regional. Para ello, en el campo de la geografía, debe incrementarse el análisis de geoeosistemas con el objeto de conocer la operación y la función de los sistemas terrestres. Además, deben desarrollarse y mejorarse los modelos analíticos-prospectivos, con el fin de optimar los métodos adecuados, para el análisis global de las complejas estructuras regionales.

Así, cuando los sistemas del medio natural de ciertas regiones sean analizados y entendidos en su función dinámica-evolutiva, será posible su integración y manejo óptimo expresados por el uso de modelos de operación, evaluación y pronóstico dinámico, y no sólo, como hasta ahora se ha venido haciendo, por medio del modelo estático que constituye el análisis temático-cartográfico tradicional.

Con toda intención se omitió hablar de los recursos naturales, ya que su localización, sus características y propiedades y su probable control de uso y explotación quedan implícitos en la metodología expuesta para comprender el funcionamiento del medio natural. En efecto, un recurso no es un elemento aislado de la naturaleza, por el contrario, es un hecho o un producto inserto dentro de ese medio, cuya presencia es también una consecuencia del funcionamiento reiterado. Analizar, como hasta ahora se ha hecho, los recursos naturales únicamente como productos o dones susceptibles de explotación, significa adoptar una actitud simplista de contabilidad por lo que se refiere a su inventario. Existen, infortunadamente, muchos ejemplos en los que la historia nos narra las consecuencias funestas de esta actitud anticientífica.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alexandrova, T.D. 1981. On a systems character of terminology in Landscape Science. International Symposium in Landscape Synthesis. Smolenice, Czechoslovakia.
- Beroutchachouli, N. Mathieu, J.L. 1977. "L'ethiologie des géosystemes". L'espace géographique Tomevi N° 2. 6(2): 73-84. Paris.
- Beroutchachouli, N. y Parrareda, J. M. 1977. "Tendencia actual de la Ciencia del Paisaje en la Unión Soviética: El estudio de los Geosistemas en la estación Martkopi (Georgia)". Rev. de Geografía. Vol. XI, Nos. 1 y 2. Enero-diciembre. Depto. de Geografía de la Universidad de Barcelona, España.
- Cervantes, J.F. 1974. "El medio natural como sistema integral". En: El medio natural como marco para el desarrollo urbano: 1-28. Div. Est. Sup. ENA, UNAM. México.
- Cervantes, J.F. 1975. "La integración de los geosistemas y ecosistemas de la planeación urbana". En: El medio natural como marco para el desarrollo urbano: 1-13. Div. Est. Sup. ENA, UNAM. México.
- Cervantes, J.F. 1979. "Reseña general sobre la investigación sistémica del medio natural". Boletín del Instituto de Geografía 9:7-25. México.
- Chorley, R.J. 1962. "Geomorphology and General System Theory". Geological Survey, Professional paper 500-B.
- Chorley, R.J. 1967. Models in Geomorphology. Physical and information, models in Geography. Univ. Paperbacks. Methuen & Co. London, E.C. 4.
- Cocks, K.D. & Austin, M.P. 1978. Land Use of the South Coast of New South Wales. A Study in Methods of Acquiring and Using Information to Analyse Regional Land Use Optins. 4 v. CSIRO: Melbourne, Australia.
- De la Garza, F.M. y Arredondo, A.M. 1986. "La planificación ambiental en México; antecedentes, situación actual y perspectivas". Vivienda. VII (1): 30-47. México.
- García, R. 1979. A Conceptual framework for the analysis of case studies on food systems and society. UNIRISK. 79: C. 29. Ginebra.

- Koestler, A. 1969. "Beyond Atomism and Holism-the Concept of Holon". In: Beyond Reductionism. New Perspective in Life Sciences. Hutchinson of London. 92-116. London.
- Kostrowicki, A.S. 1976. "A system-based approach to research concerning the Geographical Environment". Geographia Polonica. 33: 27-37 Institute of Geography and Spatial Organization. Polish Academy of Sciences. Warsaw, Poland.
- Lacy, T.R. et. al. 1985. La Regionalización ecológica del territorio como marco de referencia a proyectos de planeación ambiental. Primer Seminario Latinoamericano de Sistemas Ambientales para la Planificación. México.
- Lazlo, E. 1972. Introduction to Systems philosophy: toward a new paradigm of contemporary thought. Harper touch books. New York.
- López, R. 1974. "La vocación del suelo y la optimización de su uso". En: El medio natural como marco para el desarrollo urbano: 1-35. Div. de Est. Sup. de Arquitectura, UNAM. México.
- Lugo, E.A. and Snedakev, S. Editor. 1971. Readings on Ecological Systems: their function and relation to man. Univ. Florida, Gainesville, Mass. Educ. Publ. Co. Inc. 19 East 48 th Street, New York, N.Y. 10017.
- Lugo, A. Snedakev, S. 1972. The Ecosystem approach to management. Dep. of Botany, Center of Acquatic Scienes. Univ. of Florida. Gainesville.
- Marosi, S. 1981. "Landscape and Environment". International Symposium. In: Landscape Synthesis. Smolenice, Bratislava, Czechoslovakia.
- Marosi, S., Pécsi, M. Tozsa, I. 1981. Landscape factors survey and evaluation in Hungary, Principles and methods. International Symposium in Landscape Synthesis. Smolenice, Czechoslovakia.
- McHarg, I.L. 1969. Design with nature. Natural History Press, New York.
- Mendiola, P.G. 1985. Los Recursos Naturales y las Cuencas Nacionales. 1er. Seminario Latinoamericano de Sistemas Ambientales para la Planificación. SEDUE. México.
- Miller, J.G. 1975. "The Nature of Living Systems". Behavioral Sci. 20: 343-365.
- Murcia, E. 1978. "El paradigma sistémico en geografía y ordenación del territorio". Ciudad y Territorio. Rev. de Ciencia Urbana. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid.
- Naveh, Z. 1984. Landscape ecology: conceptual and theorethical basis of landscape ecology. (Theory and application). Springer series on environmental management: 1-75. New York.
- Neef, E. 1963. "Topologische und chorologische arbeitsweisen in der Landschafts forschung (topological and chorological approaches in landscape research)". Pet. Geogr. Mitt. V. 107: 249-259.

- Nikolayev, V.A. 1974. "Principles of a landscape classification". Soviet Geography. Review and translation. 15(10): 664-660.
- Odum, E. 1962. "Relationships between structure and function in the ecosystem". Japanese Journal of Ecology. 12: 108-118.
- Odum, E. 1969. "The estategy of ecosystem development". Science. 164: 262-270.
- Odum, H.T. 1971. Environment, Power and Society. Willy-Interscience. N.Y. USA.
- Petzold, E. 1981. Ecological Potential as limiting factor in regional planning. International Symposium in Landscape Synthesis. Smolenice, Czechoslovakia. 181-189.
- Plakhotnik, A.F. 1973. "The subject and structure of geosystems theory". Soviet Geography. Review and translation. 15(7): 429-436.
- Preobrazhensky, V.S. 1981. A systems orientation of landscape science and its present-day realization International symposium in Landscape Synthesis. Smolenice, Czechoslovakia. 31-36.
- Prigogine, I. 1976. "Order through fluctuation: Self organization and social system". In: Jantsch and C.W. Waddington (Eds). Evolution and consciousness. Human Systems in Transition. Addison-Wesley, Reading, Mass. 93-130.
- Rapoport, A. 1976. "General Systems theory: A bridge between two cultures" (3rd. Ann. L.V. Bertalanffy. Mem. Lec.). Behavioral Sci. 21: 228-233.
- Richard, J.F. 1975. "Paysages, écosystèmes, environnement: une approche géographique". L'espace géographique. 4(2): 81-92. Paris.
- Ruzicka, M. 1976. Ecological data for optimal landscape utilization. IV Symposium International on Problems Landscape Research. Smolenice, Czechoslovakia. 4-15.
- Schultz, A.M. 1967. "The Ecosystem as a conceptual tool in the management of the natural resources". In: Natural Resources: Quality and Quality. UCLA PRESS. 139-161. California.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Subsecretaría de Ecología. Dir. Gen. Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. 1983. Metodología de ordenamiento ecológico del territorio. México.
- Stoddart, D.R. 1965. "Geography and the ecological approach; the ecosystem as a Geographic principle and method". Geography 50: 242-251.
- Steinits, C. 1977. Managing suburban growth: A Modeling Approach/Summary. Landscape Architecture Research Office. Graduate School of Design, Harvard Univ. Cambridge, Mass.
- Stralher, A.N. 1973. Environmental Geoscience. Santa Bárbara, California. Hamilton.
- Thienemann, A.F. 1965. Vida y mundo circundante. 197-277. EUDEBA. Buenos Aires.

- Tricart, J. 1973. "La Géomorphologie dans les études intégrées D'aménagement du milieu naturel". Annales de Géographie. Jul-Agosto. 82: 421-453.
- Tricart, J. & Kilian, J. 1979. L'Eco-géographie et l'aménagement du milieu naturel. Ed. Francois Maspero. Herodote. Paris.
- Zonneveld, I. 1979. "Land Evaluation and Land(scape) Science". In: Use of Aerial photographs in Geography and Geomorphology ITC. Textbook of Photointerpretation. VII. ITC, Enschede, Netherlands.

# 5

LA INTEGRACION DE LOS GEOSISTEMAS  
Y ECOSISTEMAS EN LA  
PLANEACION URBANA.  
FORMAS PARA ESTUDIO OPERATIVO Y CONCEPTOS  
PARA ESTUDIO INTEGRAL DEL  
MEDIO NATURAL. UNIDADES  
DE REGIONALIZACION

M. en C. Jorge F. Cervantes Borja

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



# el medio natural como marco para el desarrollo urbano



división de estudios superiores  
escuela nacional de arquitectura



una  
instituto de geografía  
unam



El medio natural se puede definir como el conjunto de condiciones físico-biológicas que conforman la delgada capa viviente del planeta, la cual se denomina también biosfera.

Dicho medio natural se constituye por una estructura compleja de factores y elementos correspondiendo los primeros, a condiciones que se producen ajenas al medio, es decir, aquellos fenómenos que no pueden ser controlados directamente por los sistemas de la biosfera ni por el hombre y que influyen en su comportamiento. Por ejemplo, las posiciones astronómicas que condicionan la calidad, cantidad e intensidad de la luz, circulación de los vientos y temperatura; o también los movimientos tectónicos, las explosiones volcánicas, etc.

Por cuanto a los elementos, éstos constituyen la estructura material en la que se realizan las operaciones dinámicas y vitales de la biosfera, de las que participa y comparte el hombre. Esta somera capa se genera en cerradas interfases formadas por la presencia de los tres medios básicos de la tierra: La atmósfera, la hidrosfera y la litosfera. Interfases en las que se producen los intercambios de energía y materia que propician la disposición espacial armónica de los elementos estructurales de la biosfera y rigen las interacciones de los medios físico-biológicos, cuyo ensamblado total determina las estructuras funcionales del gran ecosistema terrestre.

Así, puede decirse que del más complejo al más simple de los ecosistemas terrestres se originan en función de: el clima, el relieve, la litología, el agua, el suelo y la biota; y es el modo de conjunción el que da las características particulares a cada uno de ellos y dicta el patrón general de las diferentes formas de paisajes que integran el multivariado mosaico de la superficie terrestre.

Esto subraya el porqué las estructuras naturales deben considerarse, siempre, como un conjunto concatenado de módulos operativos que adquieren significación sólo cuando se les analiza como un todo. El funcionamiento de dichos módulos o subsistemas se realiza a partir de los insumos de energía y materia que, como en un proceso fabril, son consumidos bajo dos formas: Una, en el automantenimiento y renovación de estructuras y, otra, en

la producción de materia y energía que es exportada, a su vez, a las estructuras inmediatas para su consumo.

Si bien el análisis se centra sobre el medio de interfase sólido, líquido, gaseoso, el entendimiento de los flujos de materia y energía que operan en él necesita del estudio analítico del comportamiento de la materia y la energía que se produce tanto en las capas superiores de la atmósfera como en el interior de la tierra.

#### FORMAS ANALITICAS DEL ESTUDIO OPERATIVO DEL MEDIO NATURAL

El aprovechamiento sistematizado para el estudio del medio natural parte del principio de que los fenómenos y procesos que activan las estructuras de él, mantienen una operación conjunta de componentes encadenados, que se encuentra organizada en el tiempo y en el espacio en un proceso continuo. Sin embargo, el conocimiento detallado de los procesos aislados y simples que entran en juego en la operación interna de un sistema natural, es el punto de partida para el análisis integral, ya que permite el conocimiento global de todas las partes de la estructura operativa y facilita, con ello, la elaboración de los modelos mas adecuados para representar la complejidad de los sistemas naturales.

Durante el funcionamiento en el tiempo y el espacio, la condición instantánea que presenta un sistema se denomina "estado", el cual se caracteriza por un determinado orden de organización en la composición de las estructuras y de las redes de flujos de energía y materia. El estado puede ser estable momentáneamente, pero en cualquier sistema evolutivo o cinético este estado momentáneo es etapa de un continuo variable en el tiempo; de manera que cada etapa implica mayor complejidad de dimensiones espaciales y de variables en la relación fase-espacio de cada sistema. En los sistemas naturales la variabilidad de la relación fase-espacio de los procesos simples y complejos, que operan tanto en forma conjunta como por módulos independientes, da lugar a la organización interna del sistema haciendo cada vez mas eficiente el balance entre las entradas de los insumos provenientes de sistemas superiores y las salidas o productos mandados a los sistemas inferiores.

El aprovechamiento de los modelos tiende a facilitar la investigación sobre los principales parámetros de un sistema natural a partir de estados predeterminados. El uso de un modelo así considerado genera la metodología siguiente:

- Investigación de los insumos que entran y del sistema del que provienen (insumos).
- Características de los productos y su relación con el sistema destinatario (productos).
- La variabilidad de los diferentes parámetros que condicionan la relación fase-espacio (comportamiento).
- El modelo que muestra los procesos de entrada-salida y sus estados en el tiempo (evolución).

De acuerdo con lo anterior, los sistemas naturales pueden ser considerados como unidades funcionales simples, agrupadas o integradas como subsistemas de supersistemas generales, bajo la condición exclusiva de relacionar las uniones de entrada y salida de los diferentes subsistemas, se nos presenta así, el sistema de cascada de Chorley (1), que consiste en una interacción en la que la salida de uno superior se encadena a otro de nivel inferior en un continuo (ver figura No. 1). Por ejemplo, la salida de materiales en un sistema de erosión de cuencas conduce a la formación de los sistemas de sedimentación que dan las formas de bancos y terrazas fluviales de la misma.

Por cuanto a la organización interna de los sistemas, generalmente implica procesos de retroalimentación que controlan la respuesta del sistema ante los factores externos o internos. La realimentación se caracteriza por dos formas: una positiva que ocurre cuando la respuesta del sistema implica cambios que se producen en la misma dirección del efector; por ejemplo, una tendencia de cambios progresivos en los insumos determinará estados periódicos de funcionamiento; y la negativa que opera cuando los cambios en el sistema van en sentido inverso a las del efector; o sea, generación de reacciones que tienden a regular o a evitar el efecto de los cambios de los insumos. Este tipo de realimentación forma, de hecho, los mecanismos de control que tienden a mantener el sistema en un estado de equilibrio o estable.

---

(1) Chorley, R.J. 1971 "The role and relations of physical - - Geography" Progress in Geography, vol III, p. 87-III Edward Arnold Pub. London, W<sub>1</sub> England.

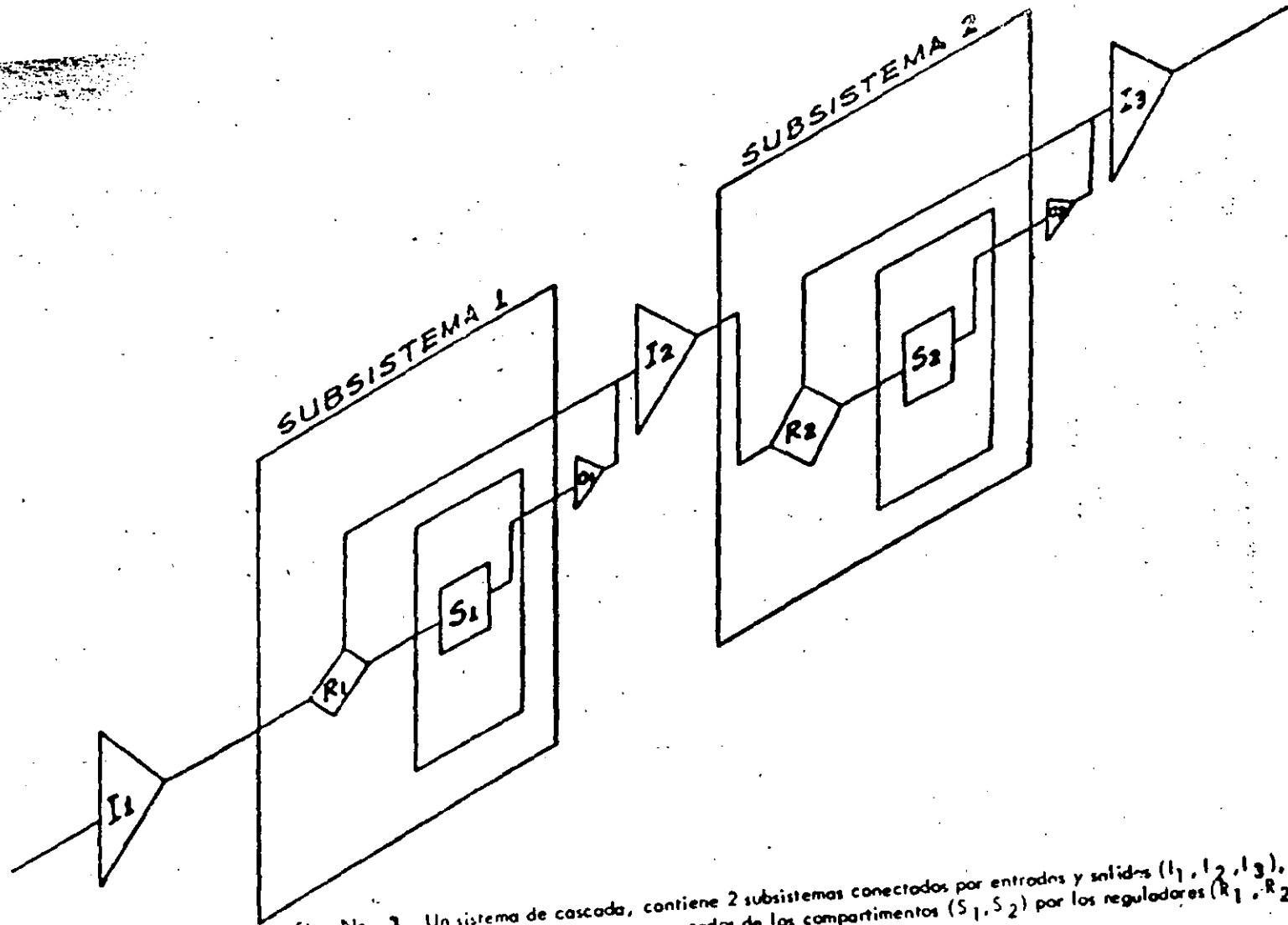


Fig. No. 1 Un sistema de cascada, contiene 2 subsistemas conectados por entradas y salidas ( $I_1, I_2, I_3$ ), los cuales son aceptados o sacados de los compartimentos ( $S_1, S_2$ ) por los reguladores ( $R_1, R_2$ ), de entrada ; o ( $O_1, O_2$ ) de salida.

El estado estable es, entonces, una caracterización funcional de la relación fase-espacio, en un alto nivel de autoregulación - (entropía máxima), aunque dicha regulación involucre reacciones complejas de estados secundarios de improbabilidad que se producen durante diferentes etapas de desequilibrio en las que el sistema obedece a una retroalimentación positiva y una falsa apariencia de que el sistema pierde sus controles. Por ejemplo, una cuenca fluvial nos parece a menudo controlada y equilibrada; sin embargo, sabemos que ante los cambios de la precipitación se originan variaciones en el caudal, lo cual produce alteraciones en la geometría de la red fluvial y ello da como resultado una serie de cambios incipientes que son controlados en forma velada por acciones de retroalimentación negativa que tienden a mantenerla estable (ver figura No. 2).

De manera que un sistema bien evolucionado es un sistema bien controlado, cuya realimentación negativa trata de ser dominante a fin de conservar el todo en las partes. Esta función implica la organización y reorganización continua del sistema, que implica períodos de recuperación para mantener dentro de límites óptimos la operación del sistema, lo cual depende de:

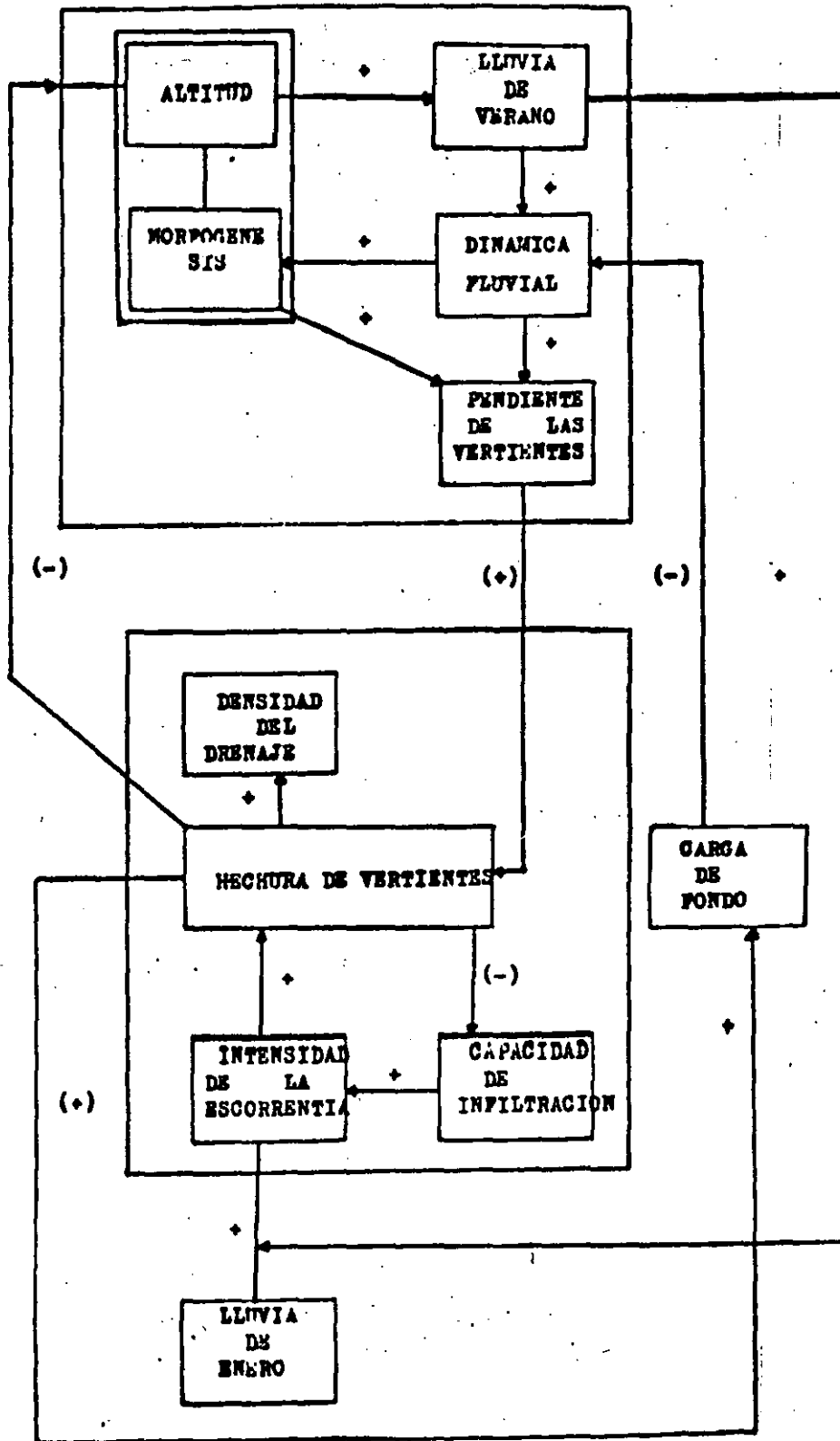
1. La resistencia total del sistema (impedancia activa) al cambio de insumos.
2. La complejidad de la estructura en relación fase-espacio, que aumenta su impedancia total.
3. La magnitud y dirección en que se produzcan los cambios de insumo.

Los tres factores anteriores determinan el tiempo de recuperación de un sistema dado, por ejemplo, un reajuste microclimático de un vallecito se puede recuperar mas rápidamente que un reajuste climático regional, porque el primero depende de menos factores y su magnitud es menor.

Por tanto, el tiempo de recuperación es una medida de la resistencia interna de un sistema, para modificarse ante los cambios externos. Sin embargo, este concepto se complica debido a que los componentes internos del sistema o subsistemas no tienen la misma edad evolutiva ni están sujetos a la misma tensión operacional, lo cual da por resultado que sus tiempos de recuperación sean diferentes; por ejemplo, no se puede considerar que, porque una forma del paisaje se encuentren en equilibrio, el resto lo tenga -

Figura N° 2.

ESTRUCTURA DE CORRELACION DE UN SISTEMA QUE ENFATIZA LA RETROALIMENTACION EN LA HECHURA DE LAS VERTIENTES.



que estar también. Este es el caso de formaciones vegetales en estados serales de semiclimax desarrollados sobre suelos de material volcánico reciente y poco evolucionado, ya que mientras la evolución en las formas vegetales no excede de 500 años, en el suelo va mas allá de los 1 500 años, considerando que el aspecto climático no cambie.

Sin embargo, siempre es posible asociar los diferentes estados evolutivos de los componentes a partir del análisis funcional de todo el conjunto por su tendencia hacia el estado estable y, en ello, siempre debemos tener en cuenta el factor tiempo que en el caso de los sistemas complejos es de enorme magnitud y, por ello, no es tan difícil notar los cambios evolutivos de un sistema del que no tenemos sino breves e incompletos registros del pasado y sólo suposiciones vagas sobre el futuro. Esta limitación hace que solo podamos investigar con éxito ciertos aspectos sobre la relación fase-espacio, de sistemas menores cuyo tiempo de estabilidad y recuperación está acorde con la magnitud temporal de nuestra existencia. Así, a los sistemas complejos con períodos de estabilidad de gran magnitud nosotros los consideramos como estáticos, puesto que no conocemos ni su variación inicial ni su variación final y, en ello, se presenta la problemática para discurrir la evolución de los medios naturales, particularmente del sistema morfogénico durante el último millón de años (pleistógeno y reciente), en el que se involucran sistemas con tiempos de variabilidad muy cortos, violentos y frecuentes desarrollados conjuntamente con sistemas de amplia estabilidad. De manera que tenemos grabadas en el paisaje formas incipientes, parciales y confusas de los cambios ocurridos en el sistema general por las modificaciones de cada subsistema (ver figura No. 3).

Podemos concluir que, pocos sistemas naturales presentan una realimentación negativa dominante cuando se les considera a lo largo de grandes períodos de tiempo y, por tanto, tenemos que verlos como sistemas cinéticos y autoevolutivos en los que el flujo de energía y materia induce una reorganización continua y, por consiguiente, cambios en la relación fase-espacio. Sólo a nivel de subsistemas pequeños se presentan realimentaciones continuas cuya suma total implicará cambios subsecuentes en la reorganización parcial del sistema, aunque en nuestra escala temporal de percepción estos cambios queden enmascarados dentro de la autoregulación del sistema general, de manera que su percepción en la tendencia general tendrá que ser canalizada por otros caminos; por ejemplo, la pérdida progresiva de la fertilidad de los suelos tro

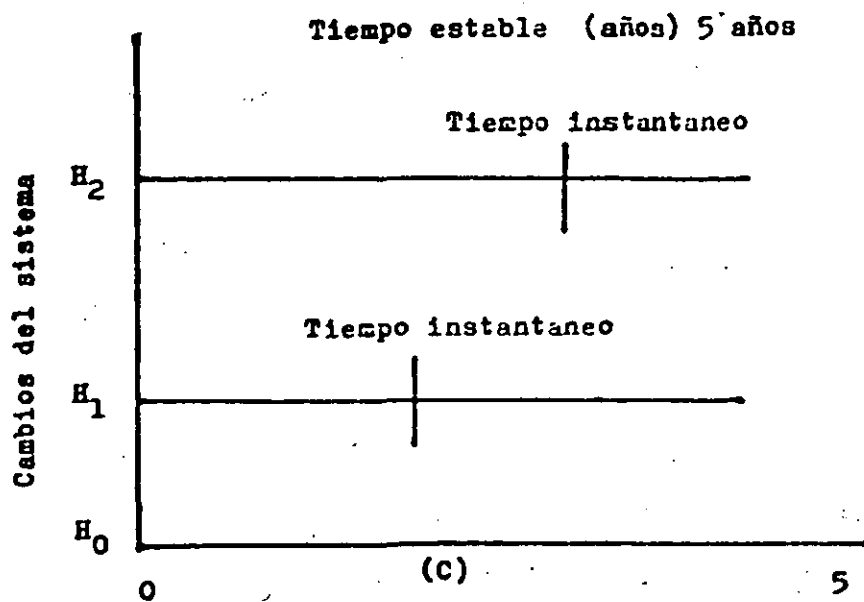
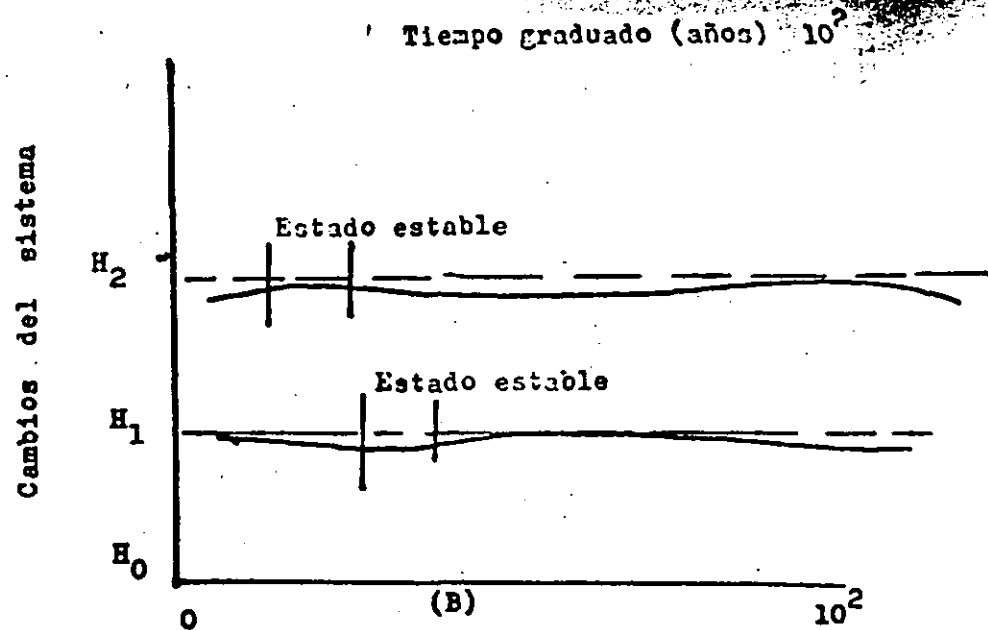
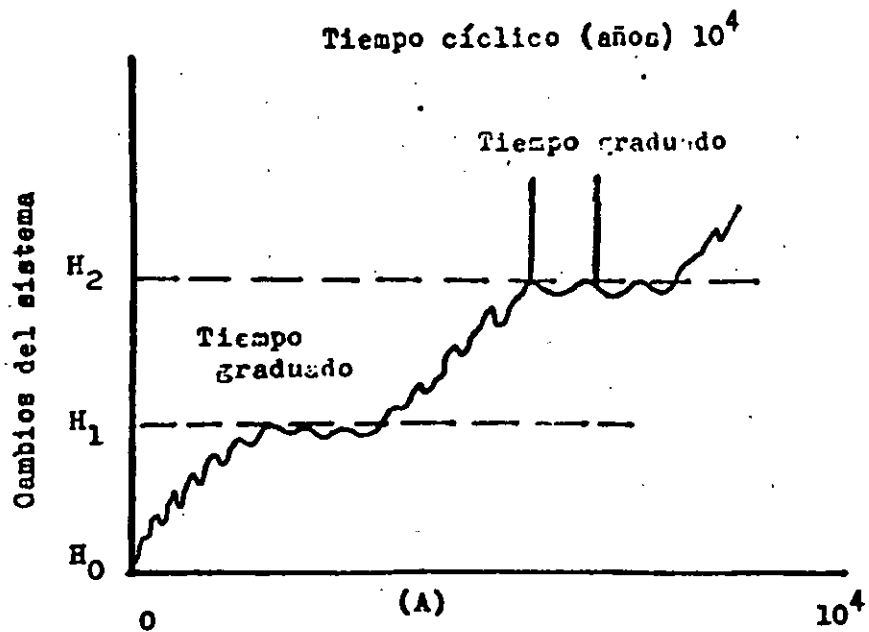


Fig. N° 3  
Cambios temporales en un sistema natural,  
enfatisando el tipo de retroalimentación  
dominante:  
Positiva en A, positiva y negativa en B y  
negativa en C.



picales, así como su degradación a partir de la agricultura tras humante, se enmascara continuamente por la exuberante vegetación secundaria que muy lentamente terminará por eliminar la selva climax.

#### NUEVOS CONCEPTOS PARA EL ESTUDIO INTEGRAL DEL MEDIO NATURAL

El justificado interés que parte de la humanidad ha mostrado por la preservación del medio ambiente, ha dado lugar a la creación de una nueva disciplina: "La ciencia del ambiente" (2). Los componentes de esta disciplina no son nuevos, son resultado o forman parte, de métodos biológicos, físicos, químicos y de las geociencias.

Ahora bien, lo nuevo en la ciencia ambiental es su punto de vista analítico que visualiza los problemas en forma global, concibiendo a la tierra como un conjunto de sistemas interactuantes y, en su concepto fundamental, al hombre como una parte de esos sistemas.

"La ciencia del ambiente estudia todos los sistemas del aire, el agua, la tierra, la energía y la vida que rodea al hombre". Como se ve, esta definición implica la integración continua de conceptos científicos obtenidos de disciplinas como la meteorología, geofísica, oceanografía, ecología, etc., y emplea herramientas metodológicas de ciencias físicas, químicas, biológicas y matemáticas.

Los objetivos que se persiguen pueden centrarse en la necesidad fundamental de definir los patrones de funcionamiento que rigen los sistemas naturales, a fin de modificarlos con alta eficiencia y, con ello, dar soluciones prácticas y apropiadas a los problemas que se presentan y alteran el funcionamiento y mantenimiento de partes del sistema, tales como: los recursos naturales (agua, madera, pesca, etc); la conservación de los no renovables

---

(2) Stralher, A.N. y Stralher, A.H. 1973. "Environmental - - - Geoscience" Hamilton Publishing Co. U. S. A.

(combustibles, metales, especies); alivio contra efectos provocados por los desastres naturales (temblores, tornados, inundaciones); reducción de males crónicos (erosión, sequía, etc); abatimiento de la contaminación humana (humos, pesticidas, aguas negras); y defensas ante la contaminación natural (polvo volcánico, ruido electromagnético, tormentas de arena).

La interacción hombre-medio, involucra dos acciones: las que se producen por efecto exclusivo de fuerzas físicas, que incluiremos en el campo de las geociencias y aquellas que implican directamente a los seres vivos y que forman el campo de las ecociencias.

Ambos aspectos, geociencia y ecociencia, son elementos "interdependientes que deben tener objetivos complementarios mas que suplementarios", que es lo que intenta lograr la geociencia del ambiente. Por tal razón, especialistas en geociencias o ecociencia deberán complementarse a fin de obtener una capacidad multidisciplinaria integral.

Dentro del campo de las geociencias existen dos sentidos básicos de tratamiento, uno comprende el impacto que las fuerzas naturales del medio provocan entre sí y en el hombre (inundaciones, temblores, huracanes, deslizamientos, etc), y el otro, el impacto que el hombre tiene sobre el medio ambiente (contaminación del aire y el agua, erosión del suelo, modificación a la red fluvial, uso de los recursos naturales renovables y no renovables, etc).

Dentro del campo de las ecociencias también se consideran dos aspectos básicos: por un lado, la estructura y función de los organismos como partes del sistema y, por el otro, la forma como se distribuyen la energía y la materia en el sistema.

El consumo de recursos naturales renovables y no renovables, especialmente minerales y combustibles fósiles, es una parte integral en el objetivo de la ciencia ambiental. La extracción, proceso y consumo de estos recursos lleva aparejada una larga cadena de problemas de contaminación y degradación del ambiente. Consecuentemente, es fundamental considerarlos dentro de la problemática del sistema.

Antes de entrar de lleno a las unidades ecológicas individuales y su clasificación, tenemos que familiarizarnos con la terminología, que es importante tanto para los geosistemas y los ecosistemas, -

como para las unidades regionales basadas en los sistemas dinámicos de relaciones temporoespaciales.

En 1866 Ernesto Haeckel introdujo el término "Ecología" para significar el estudio de las relaciones entre los organismos individuales y su medio ambiente; hoy día, el término ha sido sustituido en ese significado, por el de "Autoecología". K. Mobius, 1877, extendió el análisis de la ecología al incluirle el estudio de los aspectos funcionales entre las comunidades bióticas; actualmente se aplica el término "inecología" a estudios de este tipo. Una biocoenosis es una autosostenible y autoregurable comunidad de plantas y animales que se encuentra en un estado relativo de equilibrio con su medio ambiente. El término biocoenosis de Sucachev y "holozon" (comunidad total) de Friedrichs, - - 1937, corresponde al término "geocomplejo" o desde el punto de vista funcional, el de "ecosistema" propuesto por Tansley, 1935.

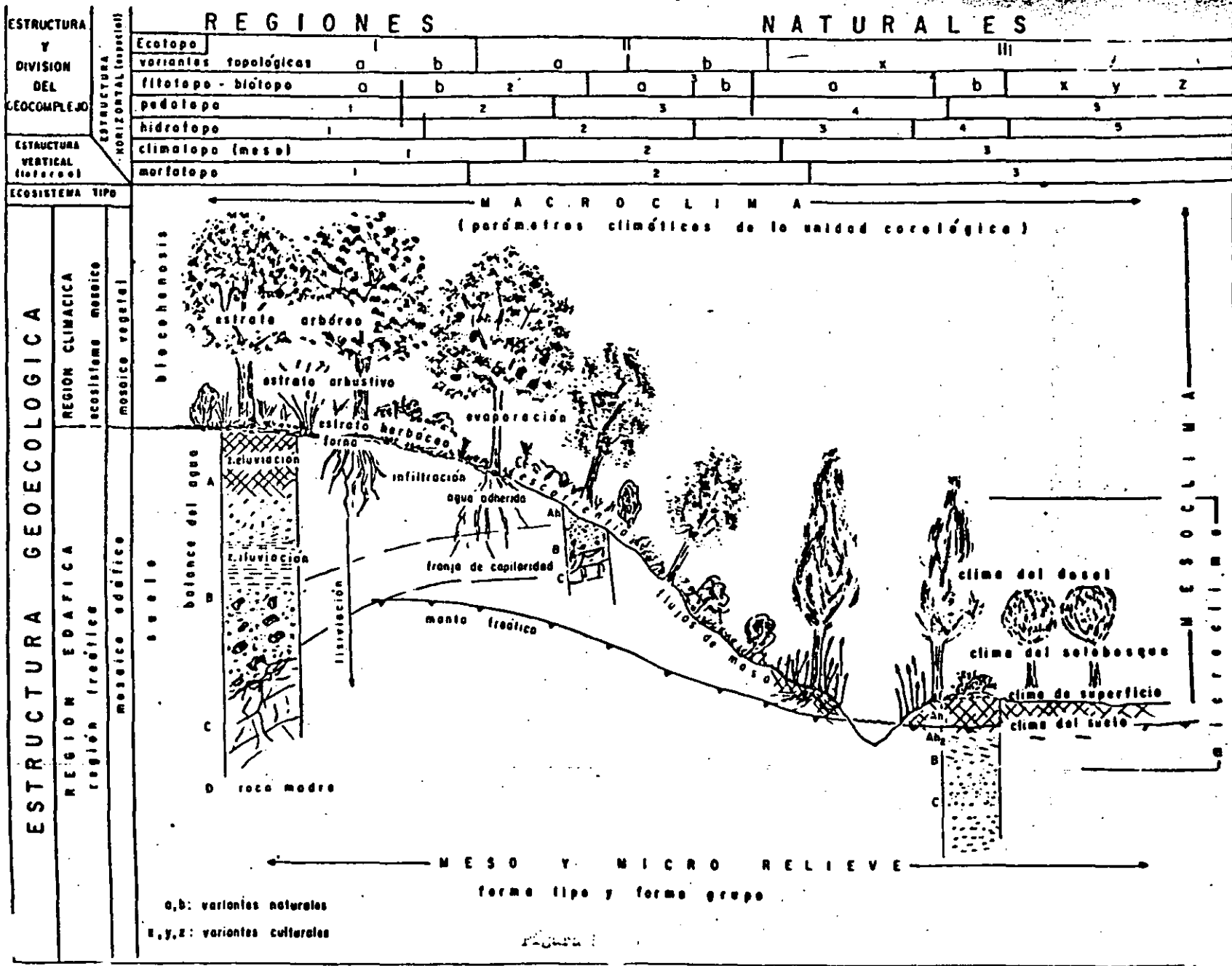
La figura No. 4 muestra la variación espacial de los componentes del geocomplejo. Vista verticalmente, la figura da la estructura geocológica que es el objetivo del análisis local (investigación del ecosistema y del geosistema); vista horizontalmente, la figura revela la diferenciación espacial que se basa en los cambios de las estructuras geocológicas.

Por tanto, tenemos que considerar que, en la diferenciación espacial, el medio natural puede caracterizarse por el geosistema - que denota el sector abiótico de un paisaje con toda su relación dinámica y, por el ecosistema referido, la relación funcional de las comunidades bióticas y su medio ambiente.

En estos conceptos cualitativos y tipológicos se implican los términos de geotopo y ecotopo. Ambos se usan para definir las dos unidades particulares de un geosistema. Por tanto, son éstas las unidades fundamentales para la diferenciación espacial que sirve de base a una clasificación de regiones naturales. La conexión entre la investigación geocológica y la división en regiones naturales es particularmente clara en el ecotopo, tal como puede verse, también, en la figura No. 4.

#### UNIDADES DE REGIONALIZACION NATURAL Y SU CLASIFICACION

El incremento de los trabajos basados en la subdivisión de los paisajes en regiones naturales ha venido normando el desarrollo



de cada vez mas confiable sistema jerárquico basado en la diferenciación espacial de las estructuras geocosistémicas y las relaciones dinámicas intra e interfuncionales de ellas. En dicho sistema podemos caracterizar, entonces, las siguientes unidades:

a) Unidades de Uniformidad Ecológica

Estas comprenden las unidades básicas de una región natural y constituyen las partes de su estructura morfológica y funcional, y el geotopo y el ecotopo; pero es necesario distinguir entre una unidad fundamental basada sólo en el sector abiótico, de otra basada en todo el complejo abiótico y biótico, porque existen unidades en las que la vida juega un papel de subordinación porque las relaciones estructurales que existen entre los geofactores son mas importantes, por ejemplo, entre roca-clima y balance del agua, en áreas con fuertes variaciones en las condiciones de la vegetación, como las que constituyen las tierras agrícolas, donde una base de referencia como el geotopo puede ser usada para conocer las cualidades regionales que nos permitan planear el uso potencial del suelo con los cultivos que sean mas adecuados para el balance hídrico regional.

Por lo que respecta al ecotopo, éste es mas o menos un sistema abierto de materia y energía normalmente encadenado con otros sistemas vecinos con los cuales interactúa. Así, es un hecho que la geosfera constituye un continuum con muchos estados transicionales cuyas diferencias cualitativas sólo pueden ser identificadas por la determinación analítica de sus factores clave. Por tanto, tenemos que decir que en la mayor parte de las veces la frontera esbozada entre dos unidades es puramente práctica, ya que está supeditada a los límites que tenemos para conocer y manejar la información. Por lo que este límite es el gran peligro que encierra la planeación y tenemos que ser conscientes de él cuando convertimos las estructuras dinámicas espaciales en estructuras estáticas cartográficas. Así, varios ecotopos aparentemente aislados cuando son considerados en una escala grande, es decir, entre 1:5 000 y 1:50 000, pueden combinarse para formar un ecotopo patrón cuya configuración y características funcionales y espaciales varían la hechura y génesis del paisaje, de manera que, aunque el patrón del geotopo o del ecotopo varíen en su tipo y disposición sobre la superficie de la tierra, sus estructuras regionales los unifican.

## b) Unidades de Heterogeneidad Ecológica

A partir de estas unidades se puede establecer un sistema de zonificación regional con varios niveles de clasificación. Dicha agrupación está sólo determinada por la escala y el objetivo cartográfico específico.

Esta zonificación comprende ecotopos patrones o agrupamientos de unidades fundamentales y, dependiendo de la heterogeneidad de la estructura general, es posible distinguir dos niveles de clasificación denominados de bajo y de alto orden de integración regional. En el primero ciertas subunidades tienen que ser omitidas porque es mejor para su estudio considerar la dinámica del grupo, que de cada una de ellas.

En este nivel la información geocológica contenida es en todos los casos alta porque se basa en la totalidad de las relaciones temporoespaciales que existen en el grupo.

Para el segundo nivel el énfasis se centra en el análisis de los ecosistemas y la transferencia de los resultados obtenidos localmente, que puedan extrapolarse a grandes áreas. De manera que las repeticiones continuas en la configuración y relaciones situacionales, incluyendo las interacciones ecológicas y las diferencias en magnitudes y tipo de unidades, son las que forman la base de correlación continua. Con este criterio podemos distinguir dos tipos de investigaciones: Las topológicas (estudio de lugares) y las corológicas (estudio de áreas).

De las variadas asociaciones estructurales que pueden resultar de las unidades fundamentales que integran una región natural, las condiciones ecológicas son determinadas por diferentes combinaciones de características particulares a cada caso. En una unidad, por ejemplo, el factor determinante puede ser un alto nivel freático. El tipo y patrón de distribución de los ecotopos depende, entonces, de la distancia de los mantos freáticos a la superficie del suelo. Además, las características físicas y el patrón en el flujo del agua freática es también importante (ver figura No. 4). Para cada caso, el inventario y análisis de los ecotopos es decisivo para subdividir las unidades de las regiones naturales.

Así, la subunidad de una región natural está demarcada por un punto en el que el patrón de cambios provoca que ciertos ecotopos -

decaigan y estén substituyéndose por otros, o donde hayan sido reemplazados totalmente por otros diferentes. En esta subdivisión no debe perderse de vista la importancia del ecotopo principal o patrón, mismo que cubre la totalidad del área como una gran unidad que conjunta los módulos de la estructura regional.

Por tanto, la elaboración de estudios de planeación dinámica y funcional tienen que basarse en un mapeo comprensible y coherente con las subunidades, lo que implica análisis de alto nivel dimensional que ahora se facilita con el empleo de la computación todo ello con miras a dilucidar la problemática general de las tensiones a que está sujeto al medio natural.

Una mayor unidad de regionalización natural comprende usualmente algunas subunidades que se juntan por su posición y características comunes. En muchos casos dichas unidades son caracterizadas por una estructura similar sin que, por ello, no dejen de intervenir en forma importante en el conjunto subunidades con dominancias diferentes, de manera que ellas indican la presencia de factores de gran valor ecológico, tal como puede ser un manto freático regional, un substrato uniforme de suelo, un mesoclima característico, o aspectos similares que ejerzan una influencia ecológica indirecta.

Por último, aun podemos llegar a formar grupos de unidades mayores de regiones naturales que están especialmente interconectadas y determinadas por características que se basan, generalmente, en las estructuras geológicas, geomorfológicas y en el clima de manera que, dependiendo de cuales sean los factores predominantes en ellas, se pueda caracterizar exactamente una región. Como ejemplo de agrupamiento de unidades regionales mayores podemos citar la estructura coherente y regional de las tierras altas de México, a lo largo de la parte central y montañosa del país, en la que las unidades varían una de otra en ciertos aspectos geológicos y climáticos. En este nivel de clasificación los detalles ecológicos están condicionados por la textura fina del relieve, la variada cualidad del subsuelo y el contenido de humedad del mismo, o también, por las condiciones climáticas que influyen en las geoformas.

El aprovechamiento metodológico en este nivel tiende a dar mayor variabilidad de la estructura ecológica regional, por tanto propende a una generalización progresiva, en la que las unidades regionales son vistas dentro de un panorama típico.

## CONCLUSION

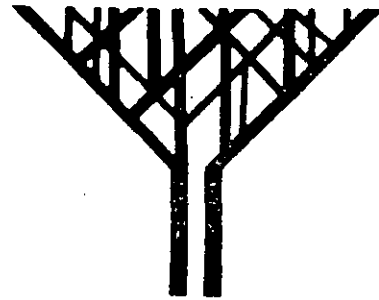
No es necesario discutir mucho el hecho de que, en particular, - los niveles de menor jerarquización en la regionalización natural, como son el geotopo y el ecotopo, así como los patrones de geocotopos de diferente rango y tal vez las mayores unidades regionales son de gran importancia no sólo para conocer las necesidades de protección del medio ambiente sino, también, la inestabilidad de ciertas regiones; todo ello con el fin de establecer medidas de conservación, manejo y protección de la naturaleza en su mas amplio sentido, de manera que permitan establecer las mejores alternativas en la solución de los problemas del planeamiento regional. Por tanto, se deben incrementar las investigaciones con los métodos propuestos por la geociencia ambiental.

La facilidad para conseguirlo, ahora es mayor por el empleo de - análisis de sistemas que permite hacer un balance de los flujos de materia y energía que ocurren en el geosistema. Modelos prácticos de geocomplejos están siendo desarrollados y mejorados cada vez más, y será cuestión de tiempo llegar a formular métodos que permitan hacer el análisis funcional completo de las estructuras regionales complejas con todos sus componentes. Cuando - ello ocurra veremos que sobre cada fundamento operacional será - posible hacer acuciosos análisis de las causas y tensiones por las que el medio natural está siendo destruido progresivamente por el hombre; de los cambios en el equilibrio, regeneración y capacidad de los geoeosistemas, así como de sus componentes individuales.

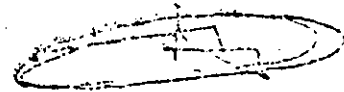
Así, cuando los sistemas geocológicos de ciertas regiones naturales hayan sido analizados y entendidos será posible, con ayuda de un mapeo dinámico, apoyar el control de las investigaciones y extrapolar ciertos resultados hacia otras regiones. Un avance más será la evaluación y pronóstico del futuro de un geoeosistema basado en un diagrama modelo de su operación funcional.

Esto es necesario, por ejemplo, para valorar lo siguiente: el - balance de agua regional conjuntamente con sus desequilibrios, capacidad y tiempo de regeneración; el mesoclima y la tendencia a cambios en los patrones del tiempo, bajas de presión y formación de nieblas; la aereación de las regiones, incluyendo periodicidad y dirección del viento dominante, todo lo cual puede ser importante, por ejemplo, en la planeación de emplazamientos industriales.





**el medio natural como marco  
para el desarrollo urbano**



Otras cuestiones que pueden ser tratadas bajo el mismo aspecto - son: La vocación del suelo a ciertos usos, medidas de conservación e irrigación, la susceptibilidad a la erosión y daños por deflación; la cobertura potencial de las plantas naturales, la velocidad y estados de sucesión o también, aspectos sobre como preservar o usar esta vegetación en forma conveniente para el uso del suelo, incluyendo aquellos que se establecen dentro del campo de la ingeniería civil.

Un problema corriente que se presenta con las necesidades crecientes de recreación y los caminos que deben buscarse para cubrir esta necesidad, implica el avalúo de las tensiones mecánicas y ma-teriales que son impuestas sobre ciertas regiones naturales como vegetación de dunas, pastos de zonas cerriles o ecosistemas simi-lares que son frágiles en su biota.

Es comun que, geocológicamente, algunas regiones ofrecen mayor atractivo para que la gente las use como áreas de recreación, muchas de ellas tienen una capacidad de estabilidad mejor que las anteriores y soportan bien los desequilibrios que afecta áreas -localizadas, puesto que sus mecanismo de reparación regulan el equilibrio antes de que pueda afectar áreas mayores.



noviembre de 1974

1<sup>ra</sup> REEDICION 1981

centro de actualización del conocimiento de la división de  
estudios superiores, escuela nacional de arquitectura  
unam

comisión de estudios del territorio nacional de la  
secretaría de la presidencia

instituto de geografía, unam

**EL MEDIO NATURAL COMO  
SISTEMA INTEGRAL**

**M. en C. Jorge F. Cervantes Borja**

# CONTENIDO

## I. INTRODUCCION

## II. EL METODO

A. Sistemas generales

B. Aplicaciones de la teoría de sistemas

## III. RESEÑA GENERAL ACERCA DE LAS INVESTIGACIONES DE LOS SISTEMAS DEL MEDIO AMBIENTE.

A. La geociencia ambiental

B. Formas analíticas sobre la operación de los geosistemas naturales

C. Formas analíticas sobre la operación de los ecosistemas naturales

D. Los niveles de integración del medio natural

E. Un ejemplo, el sistema humano

## I. INTRODUCCION.

Cada medio geográfico tiene un equilibrio propio, diferente de otros, que depende de múltiples variables como son: el clima, el carácter topográfico y morfológico, el suelo, la vegetación, etc. Todas estas variables están íntimamente ligadas entre sí, de manera que la existencia de una implica la de las demás y viceversa; dicho de otra forma, son variables interdependientes e interactuantes, y se deduce que cuando se altera una de ellas, forzosamente sufren modificaciones las restantes, manifestándose su cambio en la ruptura del equilibrio natural existente.

Los cambios originados en el desequilibrio natural son de diversos órdenes y se producen, tanto por causas naturales, como culturales. Las naturales se deben, generalmente, a modificaciones del clima y como se suceden a una escala geológica, es decir, en el transcurso de varios siglos o milenios, o incluso millones de años, no son apreciables por el hombre que vive una parte mínima del cambio. Por el contrario, las rupturas culturales de equilibrio tienen una repercusión inmediata, que es posible apreciar y evaluar por las generaciones que sufren el cambio o sus sucesoras.

Por tanto, y a fin de lograr una realización armónica y total del hombre con su medio, se debe entender que éste, es un sistema organizado e integrado para cumplir una función que implica una complejidad de variables inter e intraactuantes y que está constituido por elementos que adquieren significación y substancia solamente cuando se les analiza como un todo.

Muchos son los estudios que han pretendido solucionar las situaciones expuestas, cada uno de los cuales constituye, de hecho, un documento de indiscuti-

ble valor; sin embargo, es nuestra opinión que dichos estudios quedan circunscritos al orden de la especialidad, y falta el integrador que aglutine y sintetice los resultados que, bien conocidos en particular, no se comprenden en su esencia.

Compete, pues, al geomorfólogo especializado en el manejo del ambiente (geociencia ambiental), integrar, analizar, interpretar y sentar la base funcional de la estructura del medio físico que sirva de apoyo en la planeación socio-económica y en el manejo del espacio. En síntesis, se debe tener conciencia de que la planeación integral debe apoyarse en un análisis coherente si se quiere llegar a soluciones prácticas y eficientes. No más regionalización con un vacío físico, ni más estudios especializados por la especialización misma.

## II. EL METODO.

A partir de la década de los cuarenta, y como una necesidad de contar con una metodología rápida y eficiente para solucionar y visualizar a nivel ejecutivo los complejos problemas tácticos, políticos, sociales, etc., surgidos con motivo de la segunda guerra mundial, se inició el desarrollo de la teoría general de sistemas.

A. Sistemas generales. La teoría general de los sistemas (en el sentido más estricto del término), se define como un conjunto de componentes en un estado de interacción.

Tal teoría trata de desarrollar los principios aplicables a los sistemas en general, prescindiendo de la naturaleza de éstos, de sus partes componentes y de

las relaciones o fuerzas entre ellas. No es necesario que sean uniformes las partes componentes de él, de manera que, por ejemplo, en el análisis del sistema de una empresa comercial, entran en juego o forman parte componentes tales como edificios, maquinaria, personal, dinero, clientela, etc.

Entre las características de los sistemas encontramos interacciones multivariadas, conservación del todo en la acción recíproca de las partes componentes, organización a muchos niveles que lleva a sistemas de orden superior, diferenciación, centralización, mecanización progresiva, causalidad directora y actuadora, regulación, evolución hacia organización superior, teleología y orientación hacia el objetivo por varios caminos y diversos procedimientos, etc. En resumen, existen innovaciones recientes más o menos circunscritas en el concepto de sistema, que tratan de satisfacer las demandas que se han mencionado. La creciente y necesaria especialización de la ciencia moderna, nos hace concebir esperanzas de una nueva integración y organización conceptual. Esta evolución señala la aparición de una serie de disciplinas nuevas: teoría general de los sistemas, cibernética, informática, teoría de las decisiones, etc. que difieren en cuanto a los supuestos básicos, modelos, técnica matemática e intenciones, y algunas veces hasta se contradicen entre sí, pero todas están de acuerdo en ser ciencias de sistemas que estudian aspectos no atendidos hasta ahora como los problemas de interacción de muchas variantes, de organización, de regulación, de elección de metas, etc.

Se pueden distinguir dos tendencias básicas en el desarrollo de la ciencia de los sistemas que pueden ser denominadas, mecanicista y organicista<sup>(1)</sup>.

La tendencia "mecanicista" se relaciona con las innovaciones tecnológicas



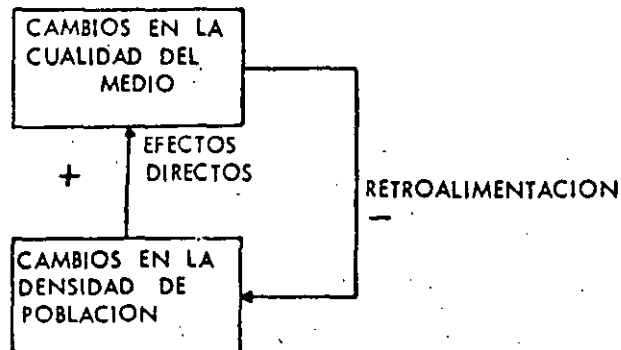
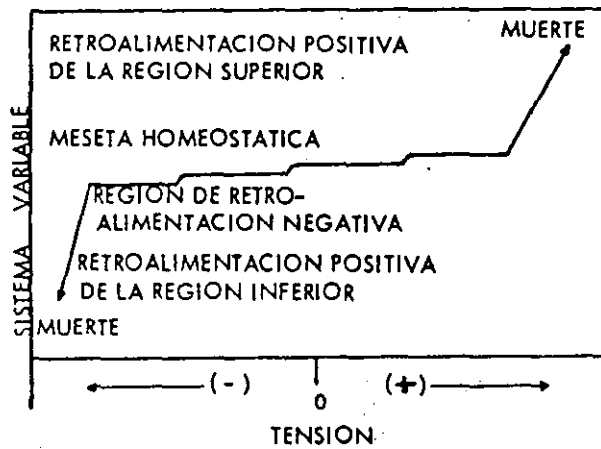
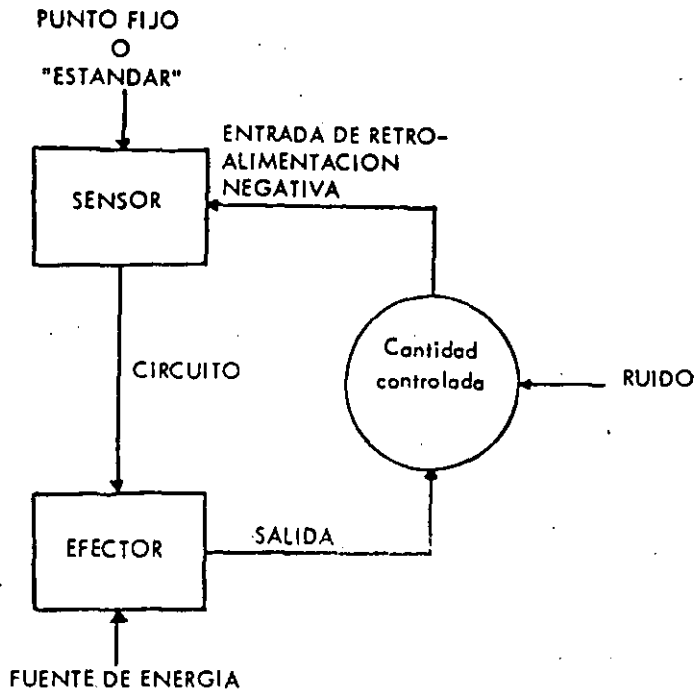
cas, industriales y sociales tales como las técnicas de control, la automatización, la aplicación de la computación, etc., que se apoyan en la teoría de la cibernética.

Por otra parte, la tendencia "organicista", arranca esencialmente de la evidencia de que un organismo es una cosa "organizada", tras lo cual, es necesaria la búsqueda de los principios y leyes de su organización, integridad, ordenamiento de partes y procesos, interacción multivariable y así sucesivamente, con todo lo cual se crea la teoría general de los sistemas.

Con cierta frecuencia se confunde la cibernética con la teoría de los sistemas, pero esto es un error que necesita corregirse. Los conceptos básicos de la cibernética son la realimentación y la información. Los elementos mínimos de un sistema cibernético son un receptor que recoja los estímulos externos como información; entonces se transmite un mensaje a un centro que reacciona ante él y transmite a su vez un mensaje a un actuador que en su momento, reacciona al estímulo con una respuesta informativa, misma que es transmitida por un circuito de realimentación al receptor, que percibe la respuesta preliminar y gobierna la subsecuente actuación.

Este tipo de modelo, lo encontramos en el conocido termostato en el que un termómetro actúa como receptor, la información es la temperatura registrada del sistema de calentamiento que actúa en el receptor y éste rige un nuevo cambio de la temperatura. Como es bien sabido este modelo cibernético se ha aplicado a una extensa variedad de regulaciones de modelos físicos y biológicos que pueden ser descritos en términos de circuitos de realimentación (ver figura No. 1). Eviden-

Fig. 1. Elementos de cibernética. A, Sistema sencillo de control parecido a un termostato doméstico, en el que una parte de la salida se utiliza como retroalimentación negativa para mantener algún género de equilibrio en una cantidad controlada. B, El concepto de la meseta homeostática, dentro del cual se mantiene una constancia relativa mediante retroalimentación negativa, pese a la tendencia de la presión de producir desviación. Más allá de los límites de la homeostasis, la retroalimentación positiva se traduce rápidamente en la destrucción del sistema. (Según Hardin, 1963). C, La acción recíproca entre la retroalimentación positiva (+) y negativa (-) en un sistema de "círculo de retroalimentación".



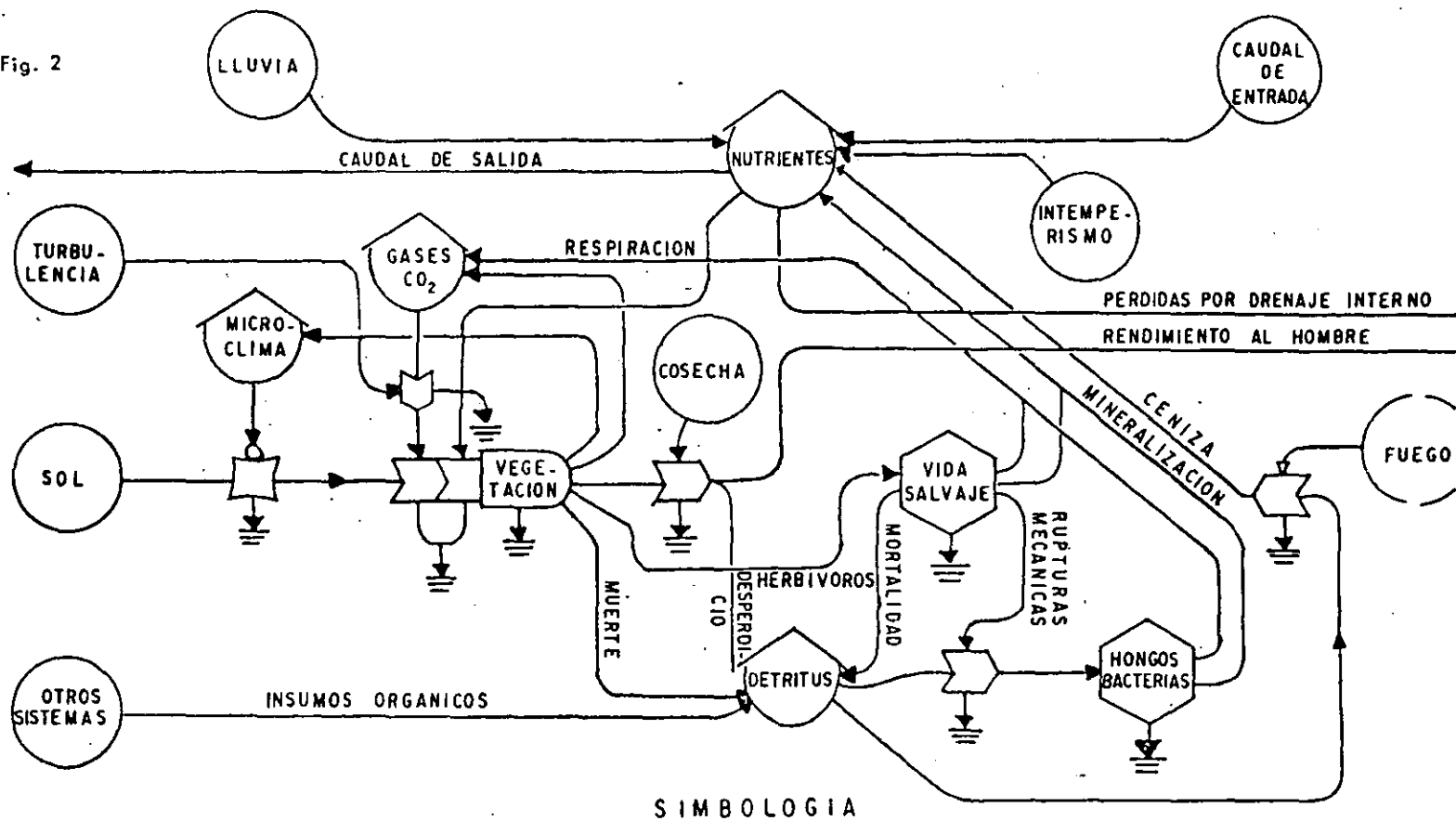
temente el modelo cibernético es aún mecanicista en el sentido de que supone la existencia de un mecanismo o sea, un ordenamiento de la estructura, como queda indicado más arriba. En contraste con ello, los sistemas generales de la teoría general sistémica, no son mecanicistas en el sentido de que su comportamiento regulador no está determinado por condiciones de su estructura o maquinaria, sino por la interacción de fuerzas. Dicho en términos epistemológicos: aunque el prototipo de procesos físicos no dirigidos es la causalidad lineal (la causa "a" es seguida por el efecto "b" ) el modelo cibernético trae consigo la causalidad circular con el circuito de realimentación y esto es lo que determina la autorregulación (homeostasis) del sistema. En contraste, el modelo de sistema más general (cinético), es el de la interacción dinámica entre muchas variantes. La regulación dinámica precede a la realimentación estructural y en consecuencia, los modelos cibernéticos se aplican particularmente a las relaciones secundarias, mientras que los modelos "cinéticos" son necesarios para las regulaciones primarias (ver figura 2).

Los sistemas cibernéticos son cerrados con respecto al intercambio de materia con el ambiente y solamente están abiertos a la información por la cual dicho sistema no puede ser autoorganizador, es decir, que no puede evolucionar desde un estado hasta otro más diferenciado y por tanto no puede desarrollar los procesos de diferenciación que requieren de suministros de energía y materia.


Dicho de otra manera, los sistemas cibernéticos solamente pueden aumentar en cuanto a su contenido entrópico y disminuir en cuanto al informativo.


El modelo cibernético es de gran valor a causa de su naturaleza interdisciplinaria y de la ilustración que aporta sobre el comportamiento regulador, auto-



Fig. 2






SIMBOLOGIA


-  VEGETACION PRODUCTORA

 FUENTE DE ENERGIA EXTERNA

 ALMACEN O RESERVA
-  FLUJO "A" ACELERA AL FLUJO "B" Y PRODUCE EL "C"

 ENERGIA PERDIDA (ENTROPIA)

 FLUJO
-  POBLACION CONSUMIDORA

 INTERRUPTOR DE 2 POLOS, 1 TIRO

orientador y teleológico; igualmente es válido para la elucidación de muchos fenómenos específicos, incluso cuando los sistemas de que se trata son desconocidos, o no se han identificado en cuanto a su estructura material.

En resumen, los ordenadores son un caso especial de los sistemas generales, caracterizados por la presencia de restricciones que encauzan los procesos en forma circular lo que les permite ser autorregulables.

El concepto de sistema general es, en comparación con el cibernético, amplio, y una teoría general de los sistemas debe abarcar la interacción dinámica de muchas variantes, la conservación del cambio de los elementos componentes, el crecimiento, la diferenciación progresiva, la mecanización y la centralización, el aumento del nivel de organización y los fenómenos de igual índole.

B. Aplicaciones de la teoría de sistemas. En la actualidad, la teoría de sistemas se considera como una herramienta universal susceptible de ser utilizada en cualquier campo de estudio y en todos los niveles. En su metodología se implican conceptos económicos, sociales, técnicos, políticos, económicos, científicos, etc., todos ellos llevados a planos objetivos (modelos físicos) o subjetivos (modelos matemáticos) de operación, con la ventaja de que se pueden analizar en su relación inter e intraespecífica.

El significado exacto del análisis de sistemas, teoría de sistemas, ciencia de sistemas, ingeniería de sistemas e investigación de operaciones, es diferente para diversas personas según la relación y el objetivo que tengan o persigan de él; sin embargo, estas diferencias semánticas técnicas o filosóficas no son más que una consecuencia de la misma naturaleza interdisciplinaria que la anima; por eso

se considera imperiosa la necesidad de hacer uso de toda esta metodología, en un marco cada vez más objetivo y científico, efectuando una simbiosis metodológica que se identifique con la calidad de los problemas, hacia los que está dirigida. El uso de este medio tiende a llevar los factores cualitativos a un plano de análisis homogéneo dentro de un sistema. Es, por decirlo así, la metodología que trata de meter un diseño sistemático a un método matemático, donde todas las etapas en el funcionamiento de los componentes tengan una misma importancia en su análisis comparativo.

Tradicionalmente, muchas disciplinas han utilizado modelos físicos para sistematizar sus experimentos de laboratorio, de manera que se tenga una muestra objetiva de su funcionamiento, de sus requerimientos y necesidades, etc. Sin embargo, la construcción de modelos físicos de sistemas complejos, tales como la organización de la infraestructura total de un país, resultarían demasiado costosos y difíciles de representar; es aquí, donde la ayuda de modelos matemáticos más sencillos, realistas y flexibles substituyen a aquellos y dan la pauta para hacer más fácil lo complejo.

Este último problema, el de tratar de comprender en forma fácil la complejidad del mundo real, ha hecho necesario el uso de "modelos" o artificios por los que intentamos representar la realidad. Desde el punto de vista lingüístico, los modelos tienen diferente significado, usados como sustantivo indican representatividad, como adjetivo indican realización y como verbo indican demostración.

En la ciencia están implicados los tres significados, de manera que un modelo científico constituye una representación idealizada de la realidad por la cual

podemos entender sus propiedades. Ellos representan la base conceptual de nuestros conocimientos sobre la materia y son la herramienta que simplifica la certificación razonada de las hipótesis. Existen, en sentido general, tres tipos de modelos que representan tres estados de abstracción y son:

**Modelos Icónicos.** Los que sin cambiar las propiedades de la materia la representan a una escala mayor o menor de la realidad, por ejemplo una carta topográfica.

**Modelos Analógicos.** En ellos las propiedades de los objetos reales se representan a través de las propiedades similares de otros objetos reales, por ejemplo, la representación del flujo de energía de un ecosistema por un circuito electrónico.

**Modelos Simbólicos.** En ellos las propiedades del mundo real se representan por símbolos, por ejemplo la integración de ciertas propiedades de un sistema hidrológico por funciones matemáticas.

La figura No. 3, da el grado de abstracción en la representatividad del mundo real.

¿Pero existe algún método para aprender el arte de construir modelos? Según Cárdenas<sup>(2)</sup>, éste es un planteamiento difícil de contestar ya que depende de las necesidades, de los objetivos, de la capacidad de síntesis, de la intuición de la problemática general, de la imaginación analógica, de la experiencia y conocimiento profundo de los problemas, de la intuición de los resultados, etc.; pero quizás se puedan delinear tres conceptos fundamentales en la formulación de modelos:



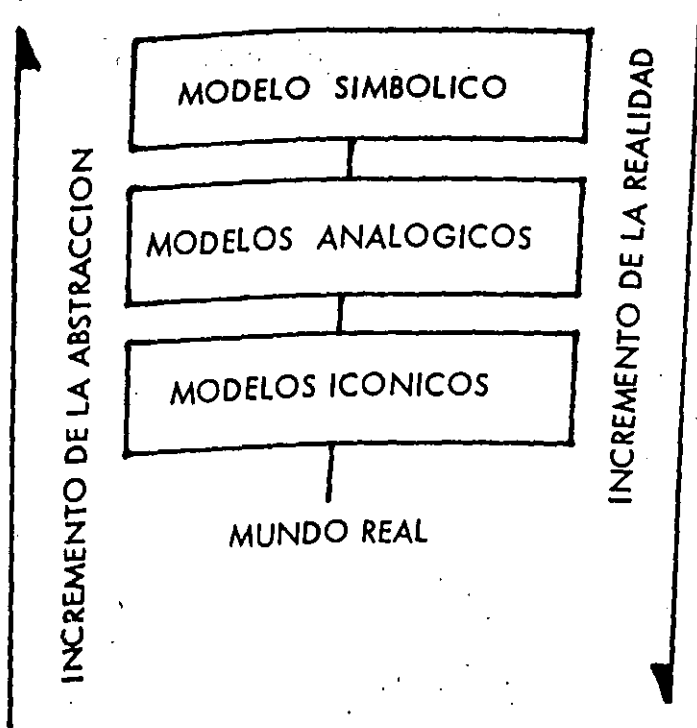


Fig. 3. 3 tipos de modelos que constituyen 3 estados de representatividad del mundo real. (Tomado de P. Hagget).

1. Es necesario considerar que la construcción de modelos es un proceso adaptativo evolutivo que parte de lo simple a lo complejo.
2. Siempre es benéfico establecer analogías con estructuras lógicas de modelos sistematizados y desarrollados en otros campos a fin de identificar un proceso evolutivo completo.
3. Se tiene siempre que considerar que los modelos constituyen pruebas lógicas cuyo funcionamiento es susceptible de ser evaluado por etapas o en conjunto, a fin de lograr la optimización de su operación.

El análisis de sistemas es, por tanto, una metodología que se aplica al análisis de los diferentes componentes de un sistema a fin de detectar, evaluar, solucionar y mejorar su operación conjunta; es por esto que el análisis de sistemas constituye una herramienta básica y directa que ayuda a la toma de decisiones, con una base estrictamente sistémica o matemática que implica, también, una jerarquización numérica de los aspectos considerados como cualitativos.

En conclusión, el análisis de sistemas no pretende reemplazar las filosofías y técnicas particulares de las disciplinas que requieran de ella, sino que por el contrario, trata de dar un apoyo lógico y eficaz para facilitar al máximo, la evaluación operativa y la toma de decisiones en la solución de su problemática.

Actualmente este tipo de estudios analíticos auxilia a la planeación y operación de los sectores de finanzas, industrias, comercio, administración pública, etc. Sin embargo, el objetivo de esta reseña se refiere al desarrollo que ambas tecnologías han tenido en el campo de las ciencias naturales y que aquí definiremos como "geociencia ambiental" (3).

De acuerdo con lo expuesto en la introducción, de la condición dinámica y compleja del medio ambiente y de los organismos que en él se encuentran, son dos razones para considerar al medio como un sistema multivariable, para esto es necesario encontrar la forma más fácil para describir e identificar sus partes y analizar la operación del conjunto que forman los subsistemas naturales con el objeto de llegar a comprender perfectamente la evolución, en el tiempo y en el espacio, de los biomas y de la tierra vista en conjunto.

Particularmente hemos de tomar en cuenta, el tipo de metodología que analice el comportamiento de la materia en función del flujo energético que recibe; es decir, un tipo de metodología que parta siempre de la causa primaria que mueve a un sistema, la energía. Esta forma de encarar el análisis de sistemas naturales, se empezó a desarrollar en la década pasada en varios países del mundo, pero especialmente en los Estados Unidos (3, 4, 5).

Los estudios actuales que se elaboran con base en el análisis de los flujos energéticos que ocurren en la trama de un sistema natural o humano, sugieren una forma más fácil, cómoda y eficiente para determinar y solucionar los aspectos que alteran el funcionamiento del conjunto o cualquiera de sus componentes, lo que permite cumplir, en forma óptima, con los objetivos básicos, o sea, el conocimiento absoluto de todos los procesos interactuantes en los sistemas naturales.

Los problemas que afectan un sistema, por complejos que sean, son considerados en términos de energía; por lo que su complejidad se reduce al análisis de unos cuantos parámetros. Esta forma de encarar las situaciones puede aplicarse a todos los niveles espaciales, con cualquier grado de organización y en cualquier

tiempo, con lo que se sustenta un análisis que ayuda a contestar muchas incógnitas en el campo de las geociencias o de la ecociencia.

Por ejemplo, la evolución y comportamiento de la humanidad se ha generado sobre la base de una necesidad de conservar, disponer y acrecentar, más y me jor, los bienes de consumo vital; pero esta acción ha sufrido múltiples variaciones en el tiempo y en el espacio, por lo que su análisis actual aparece muy complejo. Los resultados que se obtienen por esta metodología, proporcionan un panorama amplio y objetivo de la eficacia o ineficacia operacional de cualquier sistema, al de tallar y poner en evidencia a las partes que no operan en un óptimo y que, por ta nto, afectan al conjunto.

La metodología así esbozada funciona bajo la base pragmática siguiente:

a) Aplicación del análisis por sistemas en contraposición a las formas anteriores del análisis por componentes.

b) La metodología analítica siempre tiene una naturaleza interdisciplinaria.

c) Se requiere de un equipo de trabajo interdisciplinario para abordar cualquier problema.

d) Llevar los problemas científicos al campo de la acción y de la decisión.

e) Requiere de un coordinador con preparación multidisciplinaria y con una mentalidad generalista más que especialista, aunque ello no está en conflicto con el hecho de que pudiera ser experto en un subcampo específico.

Todas las características anteriores, permiten visualizar y obtener fácilmente, a niveles ejecutivos, las soluciones cualitativas y cuantitativas más idó-

neas en la operación y manejo eficiente de los sistemas naturales.

### III. RESEÑA GENERAL ACERCA DE LAS INVESTIGACIONES DE LOS SISTEMAS DEL MEDIO AMBIENTE.

A. La Geociencia Ambiental. El inusitado y justificado interés que parte de la humanidad muestra por la preservación del medio ambiente, ha dado lugar a la creación de una nueva disciplina, "La ciencia del ambiente". Los componentes de esta disciplina no son nuevos, pues son el resultado, o forman parte, de métodos biológicos, físicos, químicos, y de las geociencias.

Ahora bien, lo nuevo en la ciencia ambiental, es su punto de vista analítico que visualiza los problemas en forma global, concibiendo a la tierra como un conjunto de sistemas interactuantes y, en su concepto fundamental, al hombre como una parte de esos sistemas.

"La ciencia del ambiente estudia todos los sistemas del aire, el agua, la tierra, la energía y la vida que rodea al hombre" (3). Como se ve, esta definición implica la integración continua de conceptos científicos obtenidos de disciplinas como la meteorología, geofísica, oceanografía, ecología, etc. y emplea herramientas metodológicas de ciencias físicas, químicas, biológicas y matemáticas.

Los objetivos que se persiguen, pueden centrarse en la necesidad fundamental de definir los patrones de funcionamiento que rigen los sistemas naturales, a fin de modificarlos con alta eficiencia y, con ello, dar soluciones prácticas y apropiadas a los problemas que se presentan y alteran el funcionamiento y mante-

amiento de partes del sistema, tales como los recursos naturales (agua, madera, pesca, etc.); la conservación de los no renovables (combustibles, metales, especies); alivio contra efectos provocados por los desastres naturales (temblores, tornados, inundaciones); reducción de males crónicos (erosión, sequía, etc.); abatimiento de la contaminación humana (humos, pesticidas, aguas negras); y defensas ante la contaminación natural (polvo volcánico, ruido electromagnético, tormentas de arena).

La interacción hombre-medio, involucra dos acciones, las que se producen por efecto exclusivo de fuerzas físicas y que incluiremos en el campo de las geociencias, y aquellas que implican directamente a los seres vivos y que forman el campo de las ecociencias.

Ambos aspectos, geociencia y ecociencia, son elementos "interdependientes que deben tener objetivos complementarios más que suplementarios", que es lo que intenta lograr la geociencia del ambiente. Por tal razón, especialistas en geociencia o ecociencia, deberán complementarse a fin de obtener una capacidad multidisciplinaria integral; sería, por así decirlo, un geógrafo general con un enfoque más panorámico que especialista y con una gran capacidad de síntesis diagnóstica.

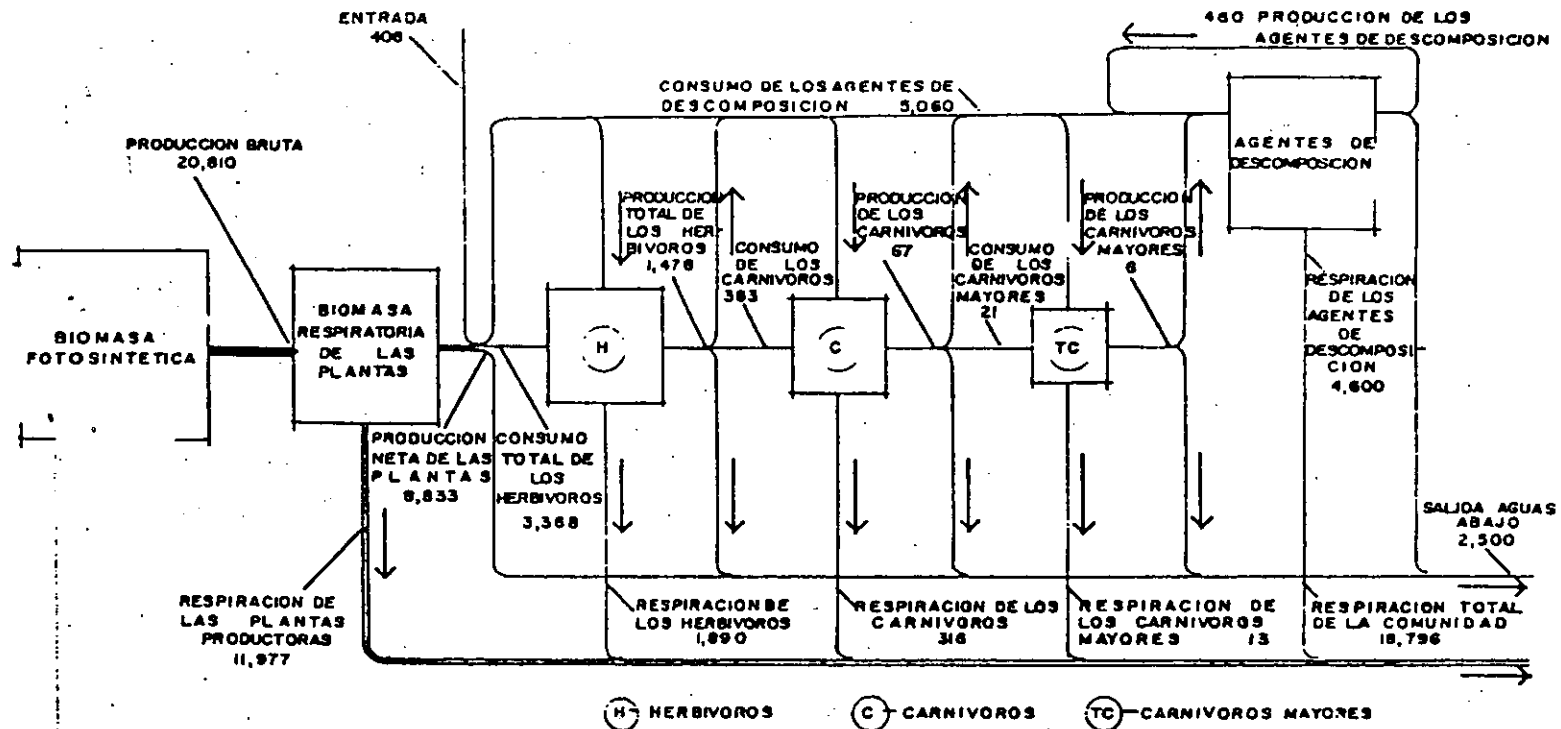
Dentro del campo de las geociencias existen dos sentidos básicos de tratamiento, uno contempla el impacto que las fuerzas naturales del medio provocan entre sí y en el hombre (inundaciones, temblores, huracanes, deslizamientos, etc.) y el otro, el impacto que el hombre tiene sobre el medio ambiente (contaminación del aire y el agua, erosión del suelo, modificación a la red fluvial, uso de los recursos naturales renovables y no renovables, etc.)

Dentro del campo de las ecociencias, también se contemplan dos aspectos básicos; por un lado, la estructura y función de los organismos como partes del sistema, y por el otro, la forma como se distribuyen la energía y la materia en el sistema.

El consumo de recursos naturales renovables y no renovables, especialmente minerales y combustibles fósiles, es una parte integral en el objetivo de la ciencia ambiental. La extracción, proceso y consumo de estos recursos lleva aparejadas una larga cadena de problemas de contaminación y degradación del ambiente. Consecuentemente es fundamental considerarlos dentro de la problemática del sistema.

B. Formas analíticas sobre la operación de los geosistemas naturales. El aprovechamiento sistémico en el estudio del medio natural, se basa en el conocimiento particularizado de fenómenos que se obtienen de la realidad o de modelos experimentales. Se enfatiza este tipo de análisis al considerar que los procesos mantienen una operación que se encuentra organizada en el tiempo y en el espacio como un conjunto de componentes encadenados, y no como una serie de procesos aislados; sin embargo, el conocimiento detallado de los procesos simples que entran en juego en la operación interna de un sistema natural, es básico para el análisis integral y además permite el estudio y la elaboración de los modelos más apropiados para representar adecuadamente la complejidad de los medios naturales. Por ejemplo, los insumos de energía y materia en un sistema dan lugar a la organización del sistema de drenaje en un medio fluvial (ver Fig. 4).

Durante el funcionamiento témporo-espacial, la condición instantánea



La energía, en un sistema natural, fluye de la manera indicada en el ecosistema de Silver Springs Fla., el cual consiste de una corriente de agua clara que se origina en manantiales con vegetación que cubre el fondo, además de numerosas especies de animales que viven dentro o cerca del agua. Las cifras dan la energía que entra y la que sale en kilocalorías/m<sup>2</sup>/año, los datos fueron obtenidos por Howard T. Odum de la Universidad de Florida. Los carnívoros mayores se encuentran en la parte más alta de la cadena alimenticia.

Fig. 4.



que presenta un sistema se denomina "estado" el cual se caracteriza por su composición, organización y flujo de energía y materia, todos definibles como parámetros del sistema. El "estado" puede ser estable o variable a través del tiempo y el espacio, y la complejidad del sistema queda expresada por el número de dimensiones que adquiere el sistema en cada estado (relación fase-espacio).

El aprovechamiento de los modelos tiende a facilitar la investigación de todos los procesos que actúan en diversos tipos de "estados" previamente determinados. La descripción de un tal sistema, implica los siguientes aspectos: (6, 7)

- a) La naturaleza de las entradas (insumos).
- b) La naturaleza de las salidas (productos).
- c) El sistema fase-espacio.
- d) El modelo relativo a los procesos de entrada-salida y sus estados en el tiempo.

Los sistemas naturales pueden considerarse como partes de super-sistemas (ensambles de unidades geomorfológicas y biomas a escala mundial); o también, como integrantes de subsistemas (unidades regionales y locales). Los subsistemas son así, componentes básicos del sistema mundial y pueden identificarse como diferentes cadenas de entrada y salida; con frecuencia se combinan y enlazan en un sistema de cascada (8), donde la salida de uno se encadena a la entrada de otro que se ubica en un nivel inferior (por ejemplo la salida de materiales por erosión en un sistema de decapitación hídrica, conduce a la formación de un sistema de sedimentación formado por bancos aluviales o terrazas fluviales) (fig. 5).

La organización interna de los sistemas puede ser de amplia utilidad cuando se acude a los procesos de retroalimentación que inducen modificaciones al con

tro de las variables externas. En este caso se tienen dos tipos de realimentación: la positiva, que ocurre cuando externamente se inducen cambios de insumos que producen cambios en la misma dirección (por ejemplo la tendencia a cambios progresivos en el insumo, determinará estados periódicos de funcionamiento), y la negativa, que opera cuando los cambios en el sistema de entrada provocan cambios en el sentido inverso o sea la generación de otro sistema de componentes que tienden a regular, o a evitar, el efecto de los cambios de entrada (por ejemplo los mecanismos de control del sistema son los que permiten llegar a ese sistema a un estado de equilibrio o estado estable). Un estado estable se identifica, entonces, con un alto nivel de autorregulación (entropía máxima) y esta regulación, aplicada a los cambios de las variables externas, se ve frecuentemente complicada por:

a) respuestas secundarias como resultados eventuales de los cambios primarios (un cambio en la precipitación pluvial hace variar las descargas fluviales que, a su vez, alteran la geometría hidráulica; en un plano secundario, los cambios en ella modifican la vegetación, todo lo cual conduce a una mayor alteración de la geometría de la cuenca y de las descargas).

b) fases incipientes del sistema en el que ocurren cambios drásticos de su estado, y que son frecuentes en ciertos sistemas que exhiben características dominantes de realimentación positiva por periodos limitados (como en el caso de ciertos subsistemas de drenaje <sup>(9)</sup> (ver Fig. 6).

Sin embargo, la mayor parte de los sistemas operan con una realimentación negativa dominante en sistemas abiertos del tipo autorregulable. La autorregulación implica una reorganización interna del sistema y se realiza en un periodo

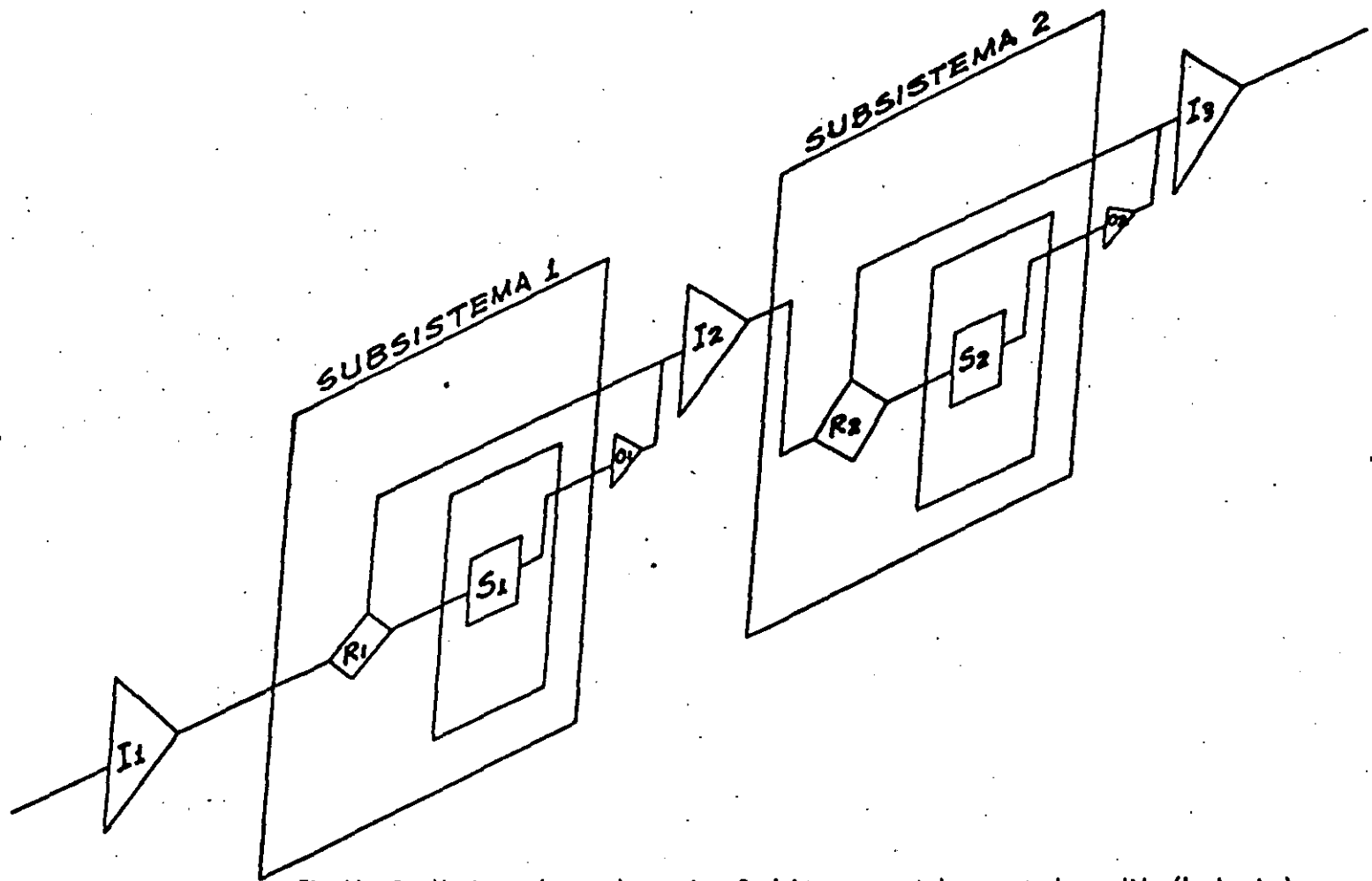


Fig. No. 5. Un sistema de cascada, contiene 2 subsistemas conectados por entradas y salidas ( $I_1, I_2, I_3$ ), los cuales son aceptados o sacados de los compartimentos ( $S_1, S_2$ ) por los reguladores ( $R_1, R_2$ ), de entrada; o ( $O_1, O_2$ ) de salida.

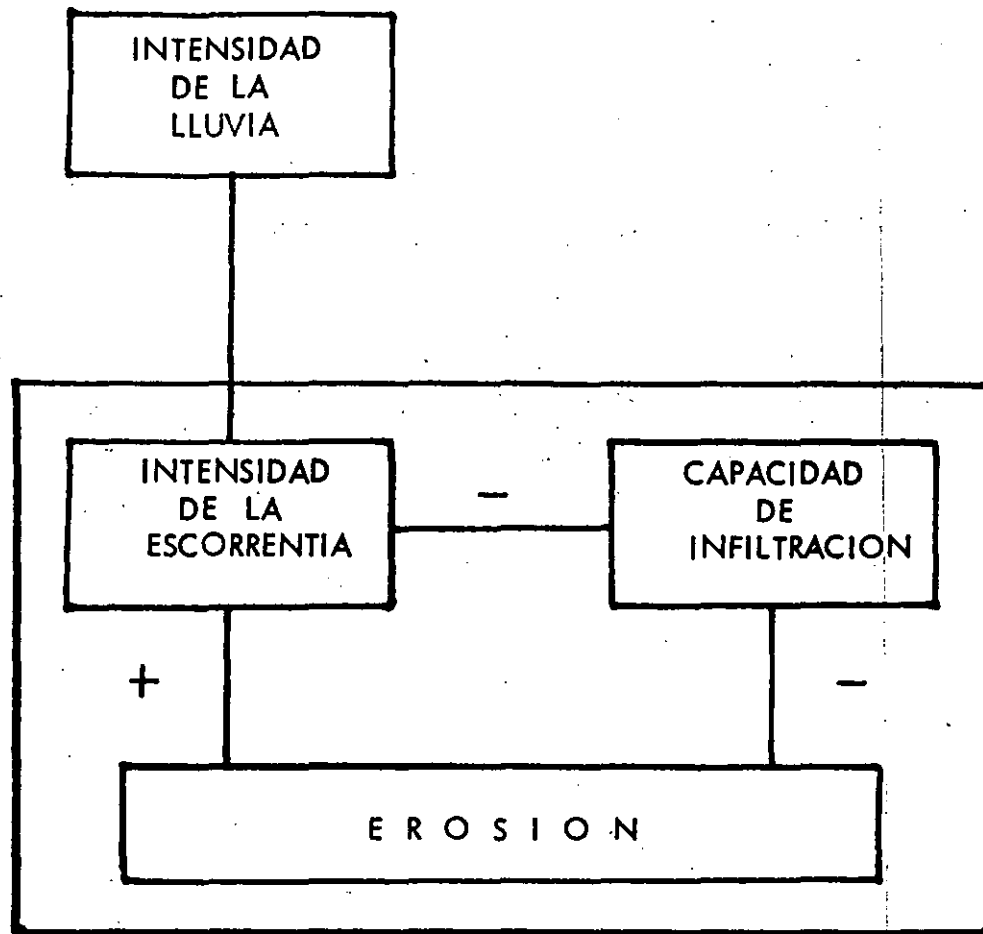


Fig. 6. Estructura de correlación de un sistema que implica la intensidad de la lluvia, la intensidad de la escorrentía, erosión e infiltración con una característica de realimentación positiva limitada. Cuando la erosión decrece la capacidad de infiltración continúa.

de tiempo de recuperación (homeostacia) que depende de:

- a) La resistencia a los cambios de insumos del sistema individual de componentes.
- b) La complejidad del sistema, o fase espacial del número de cadenas de variables involucradas.
- c) La magnitud y dirección de los cambios de entrada.

El tiempo de recuperación para algunos sistemas es bastante corto (por ejemplo, el lecho de un río se ajusta inmediatamente a los cambios de los gastos), en otros es bastante largo (por ejemplo, los cambios morfoclimáticos regionales).

El tiempo de recuperación es también una medida de la resistencia del sistema para responder a los cambios externos y modificarse. El concepto se complica debido a que los diferentes parámetros del sistema presentan diferente tiempo de recuperación y además, porque muchos elementos morfológicos no tienen la misma antigüedad evolutiva. Así, por ejemplo, no puede aceptarse que por el hecho de que unas formas del paisaje se encuentren en equilibrio, otras tengan que estarlo también; sin embargo, aparentemente es posible asociar diferentes fenómenos por el examen de su tendencia hacia el estado estable.

Donde el tiempo de estabilidad ha sido perdurable, el sistema será permanente; sin embargo, no tenemos una seguridad absoluta acerca de sus variaciones periódicas ni de su duración. Mucha de la confusión metodológica en el análisis de los cambios generados en el medio terrestre, durante el último millón de años (pleistoceno y reciente), se debe a que se ignora el funcionamiento de sistemas donde el tiempo de estabilidad ha sido grande, o donde los cambios en los insumos de energía fueron tan rápidos y tan violentos, o menos violentos pero más frecuen

tes, que grabaron como respuesta una serie de formas confusas y parciales (7).

De lo anterior se infiere que pocos sistemas geomorfológicos presentan una realimentación negativa cuando se les considera a lo largo de grandes periodos de tiempo. Si el mero flujo de energía a través del sistema induce la progresiva reorganización interna, o si el sistema de insumos sufre un cambio progresivo a través del tiempo, entonces ciertas características de la forma interna de organización del sistema serán objeto de cambios subsecuentes. Estos cambios pueden, momentáneamente, ser disimulados por los mecanismos de la autorregulación del sistema, de tal manera que su percepción debe investigarse por otros caminos (por ejemplo, la pérdida progresiva de la fertilidad de los suelos tropicales y su degradación posterior que por lo común queda falseada por la exuberante vegetación secundaria).

C. Formas analíticas sobre la operación de los ecosistemas naturales. La relación en el tiempo y en el espacio del hombre y la biósfera, se puede resumir como la capacidad que éste ha intentado alcanzar para administrar los recursos naturales del planeta; relación que se haría óptima a medida que el hombre usara, conservara y regenerase dichos recursos; para ello, se requiere el estudio estructural y funcional de la biósfera y de las reacciones que en ella suceden conforme se incrementa la intervención humana.

En su proceso evolutivo, la biósfera se ha modificado en función del clima, del sustrato geológico, de los procesos morfoclimáticos, de la información genética disponible y de la acción de los organismos vivos, hasta transformarse en un sistema complejo de unidades interdependientes llamadas "biomas", de las que son buenos ejemplos las grandes regiones naturales del mundo como: las praderas,

las selvas, las sabanas, etc. Estas regiones forman la mayor unidad de comunidades que es útil identificar. En el bioma la "forma de vida" de la vegetación climática "climax", es uniforme, esto es, en un bioma la "relación clima, suelo, vegetación" se identifica plenamente y por ello, dichos medios pueden delimitarse como subunidades básicas de la biósfera. Así, gracias a la localización de los grandes tipos climáticos del planeta se reconocen también, por un lado, la situación de los grandes grupos de suelos (suelos zonales), que son suelos evolucionados, con caracteres prácticamente independientes de la roca madre pero en equilibrio con el clima; tal paralelismo destaca sobre todo en territorios continentales muy amplios en los que se puede encontrar un pedoclima climático. Por otro lado, las características de los dos parámetros anteriores influyen en los dos tipos de comunidades vegetales dominantes para que se adopte una forma común; la tabla No. 1, muestra la zonación y características de los principales biomas terrestres, entendiendo que el término bioma no sólo se emplea en el sentido ecológico de unidad de "formaciones vegetales", sino en un término más amplio considerado como una unidad cuyas características físico biológicas tipifican un cierto paisaje de la biósfera <sup>(11)</sup>.

Los biomas representan entonces, las mayores estructuras funcionales del medio natural que pueden emplearse con fines de manejo, y se constituyen por una serie de complejos subsistemas interdependientes que cumplen funciones particulares y de conjunto, estos subsistemas son mínimas unidades estructurales independientes que denominamos "ecosistemas".

Conceptualmente, el ecosistema es la simple suma total de los patrones de energía y materia contenidos en un espacio tetradimensional. Al igual que los

TABLA 1

La zonación de los grandes tipos de formaciones terrestres.

ZONAS	PRINCIPALES FORMACIONES	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
ZONAS POLARES	- Desiertos de hielo = Barren grounds - Tundra (t. de criptógamas, t. herbácea, t. arbo...z.)	- Ártico, Antártida
ZONAS SUBPOLARES	- Bosque de coníferas boreal = taiga	- Unión Soviética, Canadá, Alaska
ZONAS TEMPLADAS <i>zona fría</i>	- Bosque lluvioso de coníferas = bosque litoral - Bosques caducifolios y bosques mixtos  * Formaciones silváticas	- Litoral del Pacífico de Estados Unidos y de Columbia británica - p. e. llanuras de Europa, del este de Estados Unidos; China central, Nueva Zelanda, sur de los Andes - p. e. laderas atlánticas europeas
ZONAS TEMPLADAS CÁLIDAS	TIPO MEDITERRÁNEO	- Bosque esclerófilo perennifolio = durisilva * Formaciones arbustivas ± abiertas
	TIPO SUBTROPICAL	- Bosque laurifolio perennifolio
ZONAS TEMPLADAS CONTINENTALES Y ZONAS SEMIÁRIDAS	- Estepas <i>arvas lato</i>  - Formaciones arbustivas ± abiertas = estepas leñosas = pseudosteppes	- p. e. estepas de la Unión Soviética, praderas y llanuras de Estados Unidos, pampas de América del Sur, veld del sur de África  - p. e. estepas de artemisa del sudoeste de Estados Unidos (sagebrush) y de Turquía
ZONAS ÁRIDAS	- Desiertos de arena (erg) o de piedras (reg), con vegetación muy esparcida	- Sahara, Arabia, Asia central, México y sudoeste de Estados Unidos, costas de Chile y de Perú, sudoeste africano, Australia central
ZONAS TROPICALES SEMIÁRIDAS	- Estepas con espinosos = estepas armadas - Matorrales espinosos	- Franja tropical de los desiertos; p. e. estepas saharianas - p. e. cratíngs de Brasil, thornbrush de Australia, de la India y del sur de África
ZONAS TROPICALES	- Bosques tropófilos: bosque seco caducifolio ( <i>dry deciduous forest</i> ) y bosque monárquico ( <i>wet deciduous forest</i> ) * Sabanas simples sabanas arbóreas	- p. e. zona sudanesa, sudoeste de África, sur de Brasil (cerrados); India, península Indochina - Conjunto del dominio tropical p. e. campos limpos (Amazonía) p. e. campos sujos (Brasil)
ZONAS SUBECUATORIALES	- Bosque semicaducifolio = mesófilo = semiombrofilo = <i>wet evergreen</i>  - Bosque perennifolio = higrófilo = ombrofilo = lluvioso = <i>rain forest</i> - Bosque galería - Manglar	- América Central, cuencas del Amazonas, África occidental, cubeta del Congo, India, Ceilán, península Indochina, archipiélago indonesio, norte de Australia - p. e. cuencas del Amazonas, Congo  - África central y oriental; América del Sur - p. e. Malasia, costas de África ecuatorial

\* Formaciones por lo común de origen secundario



organismos, al ecosistema lo integran partes acopladas que actúan como módulos de un conjunto operativo. El sistema como un todo requiere de una fuente de energía para desarrollar la producción de materia, formas derivadas de energía y productos de deshecho metabólico; todo funciona para su automantenimiento y desarrollo. Su espacio tridimensional está rodeado por otros sistemas con los cuales se relaciona, interactúa y adapta; sin embargo, carece de fronteras tangibles por lo que su delimitación es el primer problema que se presenta, ya que deben definirse claramente cuando se intenta su manejo. Unicamente el planeta tiene fronteras definidas en las que todos los subsistemas interactúan libremente, por esto, la delimitación en función del uso y producción de energía y materia requeridos por cada unidad, permiten desglosar del conjunto ciertos patrones de consumo-producción, que forman los límites de cada sistema operativo y que son la base fundamental en el análisis del sistema y de su manejo. Dicho de otra forma, el ecosistema debe considerarse como una unidad funcional más que como una espacial. En este sentido, los organismos y su medio se ligan inseparablemente con acciones recíprocas en las que cada uno influye sobre las propiedades del otro. Desde el punto de vista funcional el ecosistema incluye: circuitos de energía y materia, productividad y consumo, diversidad en el tiempo y en el espacio, ciclos biogeoquímicos, desarrollo y evolución y mecanismos de control.

Desde el punto de vista de su estructura se conforma por: elementos abióticos (clima, litología, suelo, agua, etc.), elementos bióticos (productores, consumidores, desintegradores, etc.), y ocupa un espacio y un volumen variables (estratificación vertical y horizontal de la biomasa).

Toda operación básica de los ecosistemas se realiza como una maquinaria que capta la energía solar y por el fenómeno fotosintético que la transforma en energía química para distribuirla y disparar el funcionamiento de sus otras partes bióticas; en el proceso, las plantas verdes efectúan la fotosíntesis, los consumidores primarios y secundarios colaboran en la distribución de energía y materia y los organismos saprófitos descomponen la materia orgánica muerta y así reintegran los elementos minerales al suelo para nuevamente quedar en disposición de ser reusados por el ecosistema; toda la operación se cumple en un ciclo más o menos largo según sea la complejidad del sistema que está dada por el número de elementos que participan en la operación.

Cuando por causas naturales o artificiales se presentan fenómenos como cambios climáticos, erupciones volcánicas, inundaciones, invasión de especies agresivas, fuegos y, principalmente, intervenciones humanas, se crean situaciones de desajuste, interrupción de pasos operacionales, etc., que hacen inestable al sistema ante lo cual se desarrollan mecanismos de control que buscan neutralizar dichos efectos para restaurar el equilibrio y mantener activa su función; éstos mecanismos permiten que los elementos del sistema evolucionen plenamente en etapas de desarrollo progresivo para alcanzar su máximo grado de equilibrio con su ambiente climático.

D. Los niveles de integración del medio natural. Para facilitar propósitos analíticos y de manejo se tienen diferentes formas para agrupar los niveles funcionales de los elementos del medio natural. De acuerdo con las corrientes ya señaladas (In-

cisos D, E), por un lado, dentro del campo de las geociencias propiamente dicho, los sistemas se analizan en cuatro grandes niveles de abstracción: <sup>(12)</sup>

1. **Sistemas Morfológicos.** Se forman por la relación entre componentes individuales que se correlacionan estadísticamente para deducir ligas positivas o negativas. El cambio en el nivel de un componente implica cambios asociados en los demás componentes; cada sistema varía según el número de sus componentes, la fuerza de sus ligaduras y el arreglo de éstas dentro de cadenas de realimentación positiva y negativa.

2. **Sistemas de Cascada.** Se forman por relación entre componentes individuales que implican la transferencia de energía y materia; así el producto de un componente constituye el insumo de otro; los insumos y productos pueden controlarse por reguladores y la realimentación entre los componentes ocurre durante la secuencia de las entradas a las salidas que pueden ser retardadas en el tiempo.

3. **Sistemas de Proceso-Respuesta.** Forman un híbrido de los primeros dos tipos, en los que la asociación estadística y la transferencia de energía y materia forman cadenas; cada sistema varía en su capacidad de autorregulación y, en el transcurso del tiempo requiere de tiempos de reajuste a cambios ( tiempo de recuperación).

4. **Sistemas Control de Proceso-Respuesta.** Son sistemas que pueden modificarse por la intervención humana que afecta su operación a través de restricciones de los niveles de los componentes individuales o por el gobierno de los flujos de energía y materia. Las cuencas fluviales son ejemplo de un sistema que puede ser tratado con los cuatro niveles. La relación morfológica entre las características del canal y la pendiente, pueden ligarse con la relación de entradas-salidas de la precipitación

y el escurrimiento, lo que implica también una serie de sistemas de procesos-respuesta que se alternan en un proceso general tendiente a impedir los riesgos de inundaciones.

Por lo que respecta a la corriente de las Ecociencias, ésta considera tres niveles espaciales de complejidad: <sup>(13)</sup>

1. El Ecosistema Básico. Es el ecosistema por antonomasia, es decir, es el que representa la unidad de integración autofuncional básica, que define una comunidad representativa de poblaciones asociadas en un primer nivel de integración dinámica e intractante con su medio físico.

2. El Ecosistema de Mosaico. Se define como un grupo de ecosistemas básicos integrados en una estructura cerrada; en este tipo de sistema el disturbio en una comunidad o la pérdida de una de ellas produce problemas que afectan al resto del conjunto; este sistema es igual al del tipo de cascada definido por Chorley. <sup>(8)</sup>

3. El Ecosistema Regional. Engloba toda una serie de ecosistemas simples y de mosaico dentro de un marco tetradimensional, definido por límites naturales, humanos o ambos; por ejemplo, una gran cuenca hidrográfica puede representar un ecosistema regional bien definido tanto geográfica como ecológicamente; sin embargo, cuando las fronteras son más humanas que ecológicas o geográficas, es imprescindible establecer perfectamente los balances de energía y materia que fluyen por el sistema a través de sus fronteras jurisdiccionales, a fin de contar con el apoyo lógico y eficiente en los estudios analíticos y de manejo de este tipo de sistemas discretos. Este último nivel justifica la combinación de la geociencia y ecociencia para contar con una visión clara de la estructura y función al máximo nivel

de interacción de los dos grandes sistemas, el del bioma que encadena al hombre con su medio natural y el del espacio que une una región con otra en un flujo de interacciones mutuas (ver Fig. 7).

E. Un ejemplo, el sistema humano. El ser humano en el transcurso de su evolución ha vivido ligado con su medio, para ello, superó etapas que paulatinamente le permitieron organizar mejor su sistema de vida a fin de lograr mayor eficacia en su medio de subsistencia; el alimento, espacio vital, casa y vestido, fueron elementos cada vez más accesibles que mejoraron su estructura cultural y normaron la interacción hombre-medio. Esta serie de éxitos fueron una fuente continua de retroalimentación en la superación de la conducta humana; de esta manera, el hombre sintió la necesidad de una mejor organización para facilitar el dominio sobre su medio ambiente. El cambio de una actitud pasiva a una activa en el uso del medio, se fincó en recompensas energéticas que él pudo valorar; el control de un área extensa aseguraba una mayor fuente de alimento y motivó alianzas de conducta social que dieron la base de las culturas. La interacción de este proceso, que modificó y evolucionó aspectos físicos y culturales, se vio frenado por limitaciones que imponían los controles naturales. Más recientemente, el humano vence estas limitaciones e inicia cambios que han trascendido desde la época histórica hasta la actualidad manifestándose en la ruptura de los controles naturales lo que hoy día ya afecta seriamente al sistema mundial. Así, se presenta un panorama de crisis en el equilibrio de muchos ecosistemas, en tanto que otros se han perdido o modificado en una adaptación para lograr nuevos equilibrios.

Estos cambios en el medio físico han repercutido también en la conducta

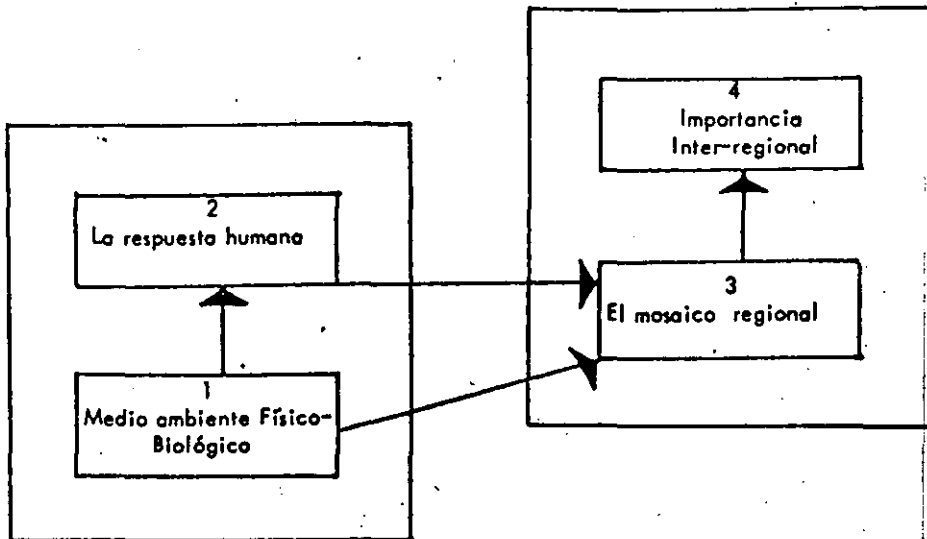


Fig. 7. Diferenciación Regional en la relación Medio-Espacio.

humana. En tiempos pasados, los cambios del medio provocaron reacciones en la conducta humana pero fueron bien amortiguados por el sistema, debido al tiempo tan largo de reajuste que transcurrió entre cada cambio y a la lentitud con la que se transmitían y repercutían en todo el sistema; es decir, hubo el tiempo suficiente para permitir que los controles naturales actuaran en forma eficaz, pero a medida que la retroalimentación positiva en el sistema de aculturación fue más eficiente, los cambios se sucedieron con rapidez y los efectos se transmitieron y repercutieron a una mayor parte del sistema, de manera que en muchos casos, los controles no fueron suficientes ni eficaces lo que auspició cambios violentos donde la reacción no había sido debidamente amortiguada; este es el caso conflictivo que ahora sufren las unidades culturalmente atrasadas, que aún no asimilan los cambios violentos generados por culturas más desarrolladas, las que a su vez progresan desconociendo sus propios controles naturales. Aquí cabe preguntar hasta donde llegará la evolución humana. Muchas respuestas podrían darse al respecto pero a nuestro juicio existe un elemento indicador que da la respuesta deseada, y es la funcionalidad del hombre limitada por la disponibilidad del recurso energético.

Es difícil reconocer que el avance de las grandes culturas se apoye en el aporte energético de combustibles fósiles, no obstante, eso acontece en la realidad. El panorama de la historia refleja siempre cambios motivados por la ambición humana de obtener un mayor poder con base en un dominio energético. Las guerras primitivas y las recientes se han generado por este motivo; la tecnología y la conducta social han surgido en función del aprovechamiento progresivo del potencial energético disponible. Por ejemplo, una comparación entre las bases energéticas de su

pervivencia de una cultura atrasada y una superdesarrollada de nuestra época muestra, como diferencia, que en la segunda se emplea una fuente energética extra que es un factor de ganancia del subsidio que se obtiene en forma natural. En la figura 8 se observa esta característica que indica que para ambos tipos de cultura la fuente primaria de energía es la solar, que una vez transformada y consumida por los elementos situados en la cadena alimenticia, llega al hombre en una cantidad y calidad mínimas. El éxito de la cultura más avanzada radica en el acortamiento de su cadena alimenticia (labores agropecuarias) así como en el incremento y mejoramiento de los subsidios energéticos que le permitan el uso más eficaz de la fuente primaria.

De lo anterior podemos concluir que el análisis de un sistema, aparentemente complejo, puede resolverse con mayor facilidad cuando se usa como parámetro central el flujo de la energía. (14, 15)

Un examen de la fijación y circulación de la energía por el sistema, conduce a la comprensión del sistema mismo y, por tanto, de su estructura, comportamiento, desarrollo, relaciones, eficiencia, equilibrio, control, etc. y, en general, de todos los aspectos que ya no quedan sólo en el terreno cualitativo, sino que pasan al terreno de la cuantificación.



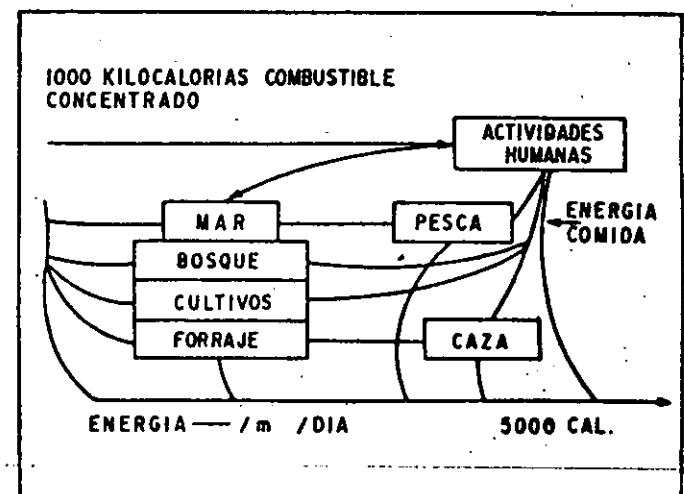
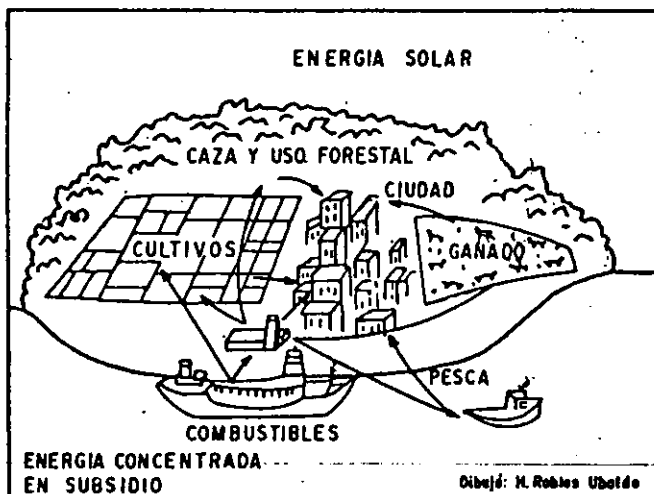
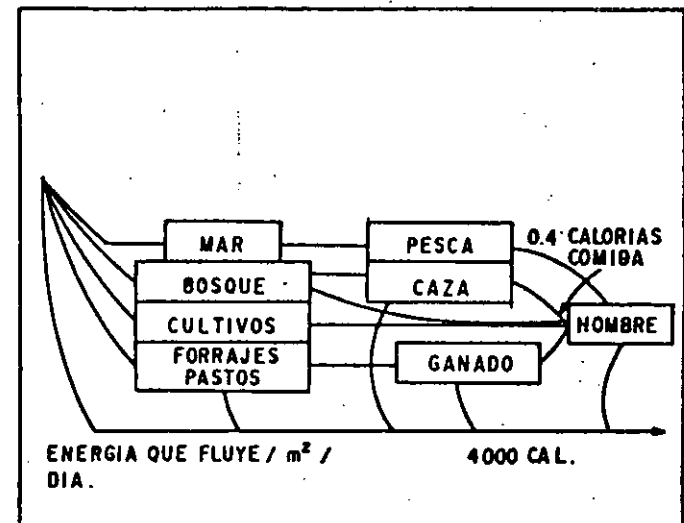
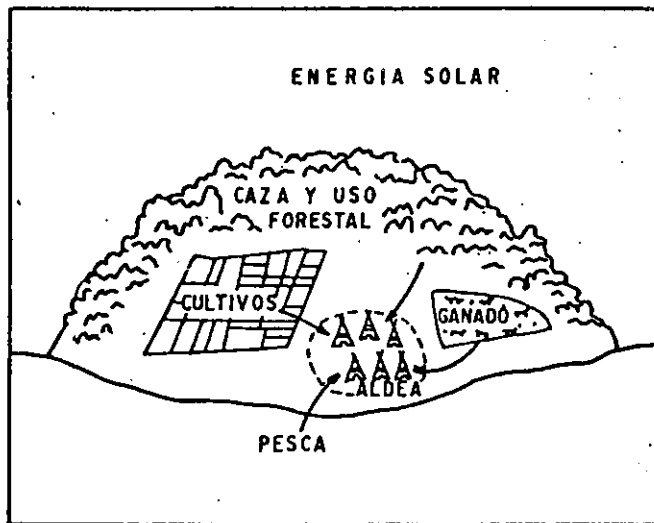


Fig. No. 8. Comparación entre un sistema agrario y un sistema industrializado.

RELACION DE FIGURAS Y CREDITO.

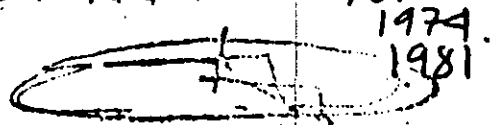
- No. 1 Elementos de Cibernética. Tomado de (11)
  - No. 2 Diagrama de un sistema de río. Tomado de (13)
  - No. 3 Tipos de Modelos. Tomado de (12)
  - No. 4 El flujo energético en un pantano. Tomado de (Rev. de Recursos Hidráulicos. Vol. II No. 4, 1973)
  - No. 5 Sistema de Cascada. Tomado de (8)
  - No. 6 Correlación de la Estructura de un Sistema con realimentación positiva limitada. Tomado de (7)
  - No. 7 Relación Medio-Espacio. (12)
  - No. 8 Comparación entre un sistema agrario y uno industrializado. Tomado de (4).
- Tabla No. 1, tomada de (10)

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bertalanffy, L.V. 1971, "Robots, Hombres y Mentas" Edit. Guadarrama, Madrid, España.
2. Cárdenas, M.A. 1973, "El concepto general de la Ingeniería de Sistemas", Rev. Recursos Hidráulicos, Vol. II No. 4, México, D.F.
3. Stralher, A.N. & Stralher, A.H. 1973, "Environmental Geoscience" Hamilton Publishing, Co. U.S.A.
4. Odum, H.T. 1971, "Environment, Power and Society" Wiley-Interscience. U.S.A.
5. Bertalanffy, L.V. 1950 "The Theory of open systems in Physics and Biology" Science, 111:23-29.
6. Chorley, R.J. 1962, "Geomorphology and General Systems Theory" U.S. Geological Survey, Professional Paper 500-B.
7. Chorley, R.J. 1969 "Models in Geomorphology" Physical and Information, Models in Geography. Edited by Richard J. Chorley and Peter Hagget. University Paperbacks. Pub. Mthuen & Co. London EC<sub>4</sub>.
8. Chorley, R.J. 1971 "The Role and Relations of Physical Geography" in Progress in Geography; International Review of Current Research. Vol. III. Pub. Edward Arnold. 41 Maddox Street, London W<sub>1</sub>.
9. Melton, M.A. 1958. "Correlation Structure of Morphometric-Properties of Drainage Systems and Their controlling Agents". Journal of Geology, 66; 442-460. U.S.A.
10. Lacoste, A. y Salanon, R. 1973 "Biogeografía" Edit. Oikos-Tau. S.A. Barcelona, España.
11. Odum, E. 1972, "Ecología" Editorial Interamericana, S.A. 3a. edición. México, D.F.
12. Hagget, P. "Geography, a modern Synthesis" Harper & Row, 1972. U.S.A.
13. Lugo, A. y Snedaker, S. 1972. "The Ecosystem Approach to Management" Department of Botany and Center of Aquatic-Sciences. University of Florida, Gainesville, Flo.
14. Woodwell, G.M. 1972 "El ciclo de la Energía de la Biósfera" Scientific American, Trad. y Pub. po Edit. Alianza, Madrid, España.
15. Gates, M.D. 1971. "The Flow of Energy in the Biosphere" Scientific American.

R. López R. El 1/2 Nat. como base para el desarrollo urbano.  
La vocación del suelo y optimización de su uso. PUB. DIV. EST. SUP. FACULTAD DE ARQUITECTURA, UNAM  
I. EL MEDIO NATURAL

1979  
1981



### 1. Definición.

El medio natural es un conjunto de elementos ajenos al hombre, en un sistema abierto, altamente autocontenido, en el que los parámetros de esos elementos participan en estrecha interrelación. El conjunto de esos elementos conforma la "organización del espacio", a diferencia del concepto "ordenación del espacio" que implica la intervención del hombre.

Hasta el momento no se ha podido determinar de manera concluyente la variabilidad de esos parámetros toda vez que existe un gran número de influencias que intervienen en proporción variable. A esto se le llama "influencias externas", cuya influencia sobre el medio natural es definitiva y sin ningún control, a diferencia de la influencia de los parámetros del medio natural que puede ser controlada en su proporción de intervención en el conjunto.

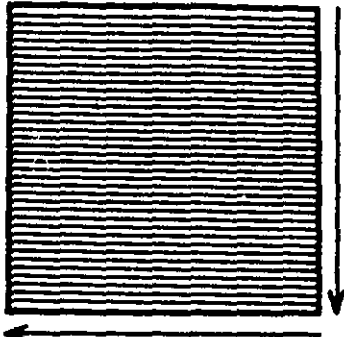
### 2. Funcionamiento del medio.

Se puede, sin embargo, ver el conjunto del medio natural en todas sus interrelaciones, en un aspecto cualitativo y empírico en el que sus elementos más relevantes (relieve, suelo, clima, vegetación, litología e hidrología) pueden analizarse aisladamente o vinculados. Existen muchos criterios al respecto, siendo uno de ellos el que se deriva de las apreciaciones experimentadas en el campo, de cuyo conocimiento podría resumirse un modelo de interrelación.

### 3. Modelo de interrelación.

Para analizar los nexos existentes entre los elementos del medio natural,

CUADRO No. 1

	A . RELIEVE	B . SUELO	C . CLIMA	D . VEGETACION	E . LITOLOGIA	F . HIDROLOGIA
A . RELIEVE		○	●	○	●	●
B . SUELO	●		●	●	●	●
C . CLIMA	●	○		○	○	○
D . VEGETACION	●	●	●		○	●
E . LITOLOGIA	○	○	●	○		○
F . HIDROLOGIA	●	○	●	○	●	

● INFLUENCIA DIRECTA  
○ INFLUENCIA INDIRECTA

CUADRO No. 2

ELEMENTO COMPARATIVO	ELEMENTOS GENERADORES DE CAMBIO										
	INFLUENCIA										
	DIRECTA			≠	INDIRECTA		≠				
A . RELIEVE	C	E	F	3	B	D	2				
B . SUELO	A	C	D	E	F	5	0				
C . CLIMA	A			1	B	D	E	F	4		
D . VEGETACION	A	B	C		F	4	E	1			
E . LITOLOGIA		C				1	A	B	D	F	4
F . HIDROLOGIA	A	C	E			3	B	D		2	

podrían elaborarse tantos diagramas como la imaginación del investigador en ese campo lo permita.

Nosotros preferimos una forma elemental de matriz porque, más elástica, sugiere una investigación futura (que de hecho está en vías de operación) para poder llegar a una información cuantitativa en la medida en que la matriz o matrices se vayan alimentando con datos fidedignos sacados de campos experimentales, creados para tal fin, sobre diferentes condiciones de variabilidad. El trabajo, como podrá observarse, es arduo puesto que implica un tiempo derivado de los acontecimientos que genera tal o cual elemento del medio. Pero con base en la experiencia empírica de la investigación de campo se podría proceder a formular programas cada vez más elaborados que establezcan factores de correlación.

El modelo propuesto está resumido en los cuadros No. 1 y No. 2 y analiza dos tipos de influencia: directa e indirecta, como punto de partida para familiarizarse con el comportamiento del medio natural. Con mucha frecuencia, en la naturaleza una reacción provocada por una acción se transforma en una nueva acción que retroalimenta cierto fenómeno; en este caso omitiremos estas circunstancias, para facilitar el planteamiento general, aunque sin ignorar los hechos.

El cuadro No. 1 expresa lo siguiente:

#### 4. Comportamiento del relieve.

El relieve, que debe entenderse como una presencia originada por fuerzas endógenas (internas), orográficas, tectónicas, volcánicas, etc., es susceptible de modelarse por agentes exógenos (externos).

El suelo, desde un punto de vista edafológico, proporciona una carpeta de cubrimiento y de protección a cierta forma del relieve (planicie, llanura, valle, vertiente, cerro, etc.) y dicha influencia, que es ajena a la creación de tal o cual forma, es indirectamente responsable de su modificación y de su desgaste, ya que en el momento en que desaparece el suelo tanto la lluvia como la temperatura y el viento pueden actuar directamente sobre las formas, a través de mecanismos de intemperización que desencadenan otros más complejos tales como erosión, derrumbes, deslizamientos, etc.

Por tanto, la influencia del suelo sobre el relieve es indirecta.

- El clima que, a su vez, es una integral resultante de la mayor o menor acción de sus componentes que lo definen: precipitación (líquida o sólida), temperatura, presión atmosférica, vientos, etc., actúa sobre el relieve modificándolo y remodelándolo de acuerdo con modelos supeditados a la latitud, altitud, presencia o ausencia de vegetación, mayor o menor resistencia de los elementos litológicos, etc.

Así, pues, la influencia del clima sobre el relieve es directa, ya que su acción provoca un modelamiento y, por tanto, un cambio en las características topográficas.

- La vegetación, que se desarrolla a expensas de un suelo previamente elaborado, condicionada, a la vez, por factores climáticos, tiene una influencia indirecta sobre el relieve ya que, por sí misma, no es capaz de alterarlo en una forma definitiva. En realidad el papel de la vegetación es más bien el de protectora a través de un suelo.

-La litología, que se refiere a la roca en sí, a sus características: dura o blanda, incoherente, resistente o frágil, genera modificaciones en el relieve que dan lugar a nuevas formas resultantes íntimamente dependientes de cierto tipo de clima. Así, pues, la influencia de la litología sobre el relieve es fatalmente directa.

-La hidrología, incluyendo la oceanografía y la limnología, tiene una influencia directa sobre el relieve. A partir de la acción hídrica, y en mayor o menor grado según el tipo climático y las características litológicas, el relieve se modifica por la acción de escorrentías (flujos desordenados del agua sin encauzarse), escurrimientos, socavación, infiltración, etc., para adquirir nuevas formas que denotan inestabilidades del medio. Como en toda interacción, la modificación del relieve impone, a su vez, diversos patrones de escurrimiento e infiltración que, revelables por vía directa o por fotointerpretación, informan de los mecanismos que están en juego.

La acción directa de las aguas meteóricas provoca fenómenos de ablación (desgaste), por una parte, y de depositación, por otra, que influyen directamente, como se expresó, sobre el relieve.

##### 5. Comportamiento del suelo.

El suelo, desde un punto de vista pedológico, es el reflejo de una alteración bioquímica de la roca madre (la roca in situ) por agentes externos, y también de la naturaleza de la roca. Estos serían los suelos endógenos, aun cuando existen otros transportados de su lugar de origen por diferentes acciones, los exógenos.



- El relieve, como elemento del medio natural, es determinante por sí mismo, de la génesis y características de los suelos. En una topografía llana las oportunidades del desarrollo edafológico son máximas, posibilidad que disminuye a medida que el vigor del relieve aumenta. Sin embargo, dicho criterio, designado con el nombre de "catena", debe ser revisado con criterios locales que consideren la interacción de otros elementos del medio que, como se ha visto, actúan e interfieren de manera complicada, aunque siempre dentro de un orden.

- El clima es determinante sobre el suelo. Su influencia directa se hace sentir en su desarrollo y en las propiedades que va a adquirir.

En términos generales, el suelo es un reflejo del sustrato litológico, pero más aún del tipo de clima que lo genera. A nivel global, existe una zonalidad de los suelos cuyos umbrales se calcan directamente de los límites climáticos.

- La vegetación, que refleja en cierto modo los tipos de suelos sobre los cuales se desarrolla, tiene, entre otras, la función de proteger esa capa edáfica.

Toda alteración o ausencia de la cobertura vegetal se registra automáticamente en el suelo. En efecto, la vegetación constituye una especie de pantalla entre los agentes meteóricos y el suelo que la sustenta, y su papel protector no se limita únicamente a una función de parapeto, sino crea una especie de autocatálisis o simbiosis al depender, a su vez, del suelo sustentante.

Los cometidos de la vegetación no se limitan exclusivamente a un papel protector, ya que por sus características actúa como obstáculo a los mecanismos de transporte, especialmente en una etapa muy importante de la erosión. Además, por el hecho de que la vegetación crea una forma radicular, el suelo está sujeto a

infiltraciones que perpetúan su desarrollo. Su acción es directa.

La litología tiene sobre el suelo influencia directa puesto que son los constitutivos de esa litología los que definen determinado tipo edáfico por la ingerencia de los componentes que conforman un medio granítico, basáltico, calcáreo, etc. lo que explica la derivación de suelos a partir de cierto estrato.

- Por cuanto a la hidrología, este elemento conlleva una influencia directa, ineluctable sobre los suelos. De todo el mundo es conocido el hecho de que la acción hídrica provoca la erosión de los suelos en ausencia de una carpeta vegetal protectora. Sin embargo, de tal acción, que debe estudiarse por etapas, se ignoran ciertos mecanismos iniciales que explican el por qué de la pérdida de suelos sin que la presagien la aparición de formas espectaculares como las cárcavas.

Estos mecanismos motores, poco conocidos por el profano, causantes de la mayor pérdida de los suelos, son los procesos iniciales de una erosión hídrica más avanzada y, por tanto, más descubrible.

#### 6. Comportamiento del clima.

Ya se expresó que el clima responde a una integral de subelementos del medio. En efecto, según las diferentes clasificaciones del clima, la mayor parte de ellas concebidas a nivel mundial, existe una función entre precipitación y temperatura cuyo resultado expresa, a grandes rasgos, una expresión climática que se traduce por medio de claves.

- El relieve en estos casos, concebido no tanto como forma topográfica sino como en vigor, afecta esencialmente al clima ya que no interviene un criterio latitudinal sino altitudinal.

Visto de esta manera, en una misma región, las fluctuaciones climáticas obedecen a modificaciones altitudinales o de posición, íntimamente ligadas a fenómenos de circulación atmosférica tales como perturbaciones ciclónicas de origen regional, o locales, como los vientos de valle o de montaña.

Así, pues, el relieve modifica el clima de una manera directa.

- El suelo, que es un reflejo del clima, modifica a éste de una manera indirecta. En todo caso, la presencia del suelo puede crear un microclima capaz de alterar en ese medio ciertas condiciones climáticas válidas en ese espacio, pero no extrapolables regionalmente.

- La vegetación, también resultado del clima y, además, del suelo, tiene una influencia indirecta sobre el clima. Hasta el momento solamente existen datos aislados que expresan que un poblamiento masivo vegetal influye notoriamente sobre el clima. Aún cuando estos datos pudiesen extrapolarse a condiciones idóneas, persiste el hecho, a escala mundial, de que la aparición de cierto tipo de vegetación no va a influir sobre las condiciones climáticas generales. En realidad, una oscilación climática mundial nunca es provocada por la vegetación.

- La litología tiene una influencia indirecta sobre el clima. Si se consideran aparte ciertos hechos como el rechazo o la aceptación de los rayos solares, por el tinte que ofrecen las rocas, se observa que el clima, en términos generales, no se afecta por la litología.

- La hidrología, a menos que sus cuerpos de agua sean de gran extensión, puede modificar el clima pero sólo de manera indirecta. Únicamente a largo plazo la acción destructiva de la erosión hídrica podrá modificar el clima.

## 7. Comportamiento de la vegetación.

La vegetación forma parte muy importante de la biota. Para el manejo del modelo propuesto se omitió a los animales ya que la vegetación, estando más íntimamente ligada al suelo y al clima, revela más fácilmente cualquier cambio en la naturaleza. Esta condición hace que las plantas, ya sean nativas, inducidas o introducidas sean consideradas como indicativas de ciertos medios.

- El relieve es un factor de influencia directa en la presencia de la vegetación. Si se le considera desde un punto de vista altitudinal, el relieve modifica zonalmente a la latitud introduciendo condiciones que, basadas en un cambio climático, se reflejan en la ecología del medio. Desde el punto de vista del vigor del relieve existen, como se expresó para el caso de los suelos, ciertos umbrales de inclinación en los que la vegetación puede adaptarse. No es fortuito el hecho de que los agrónomos establezcan un criterio en la clasificación de cultivos con base en los valores de las pendientes.

- El suelo es el sostén de la vegetación y toda alteración que sufra se manifiesta inmediatamente en las condiciones vegetacionales. La mancuerna suelo-vegetación está altamente interrelacionada y abundan los ejemplos de esta estrecha relación. Su influencia es directa.

- El clima también ejerce una influencia de primer orden sobre la existencia de la vegetación. Valga recordar que, a escala mundial, las asociaciones vegetales se calcan directamente sobre la distribución de los climas, y esto es razonable puesto que los elementos básicos del clima (precipitación y temperatura) condicionan la generación y adaptación de las plantas. Las oscilaciones climáti-

cas, principalmente las ocurridas durante el cuaternario, modificaron la distribución biótica, lo que explica por qué actualmente en latitudes del norte de Europa se llegan a encontrar suelos fósiles de un terciario tropical con rastros de vegetación fosilizada adaptada a ese medio.

- Los aspectos litológicos inciden sobre la vegetación en una forma indirecta toda vez que es por intermedio del suelo como se establecen los nexos directos. Desde luego, regionalmente puede existir una influencia directa, como en el caso de las arenas dunares que sostienen una vegetación halófila aceptada como una adaptación al medio litológico.

- La hidrología sí tiene un predominio capital sobre la vegetación, ya que determina su desarrollo. Es sabido que en zonas de anegamiento, mal drenadas, la vegetación se adapta a un medio anaerobio modificando sus estructuras radiculares, como es el caso de los neumatóforos (mangle).

#### 8. Comportamiento de la litología.

La litología, como quedó expresado, se refiere a las características de las rocas. En términos generales, se habla de rocas coherentes o compactas y de incoherentes o deleznales. Las coherentes están formadas por partículas perfectamente unidas por un cementante sólido, en tanto que las deleznales son aquellas cuyas partículas constitutivas se mueven libremente entre sí y cuyos vacíos intersticiales están ocupados por aire o agua.

- Toda vez que la litología es un hecho, una presencia, el relieve influye en ella en forma indirecta al facilitar (por el vigor de la pendiente) fenómenos

de deslizamiento o arrastre que modifican paulatinamente el relieve. La disposición altitudinal se refleja también de manera indirecta porque los fenómenos de gelifración (intemperización de la roca por el hielo) son más frecuentes. En todo caso, tanto los procesos de deslizamiento como los de gelifración actúan porque existe un condicionante climático que los genera, y no por causas atribuibles al relieve.

- La influencia del suelo sobre la litología es otro aspecto indirecto. En efecto, la presencia del suelo sobre la roca impone una protección a los agentes externos, pero el suelo por sí mismo altera a la roca solamente en una pequeña porción superficial a partir de las alteritas. Dicho de otra manera, la roca se descompone para crear a sus expensas un suelo que, a su vez, protege a la roca de las acciones externas y esto de una manera indirecta. Únicamente en aquellos lugares donde la pedogénesis es tal que los suelos adquirieren formidables potencias (medios tropicales), la roca se halla a salvo.

- En el caso del clima se piensa, en términos generales, que su influencia sobre la litología es directa.

Esta influencia debe tratarse con cierto cuidado pues, por una parte, conocemos que una primera etapa de la erosión ocurre en el proceso de intemperización (alteración de la roca in situ). Ahora bien, la intemperización, que es la acción del clima, puede ser de orden físico o químico, de tal manera que en cualquier medio climático y donde quiera que la roca aflore, ésta estará sujeta a la intemperización.

Cuando la roca se encuentra protegida por una importante carpeta vege-

tal la acción del clima se ejerce sobre la litología de una manera indirecta, y, por tanto, menos eficaz.

Esta dualidad merece la pena de reflexionarse porque desde el punto de vista de la erosión se considera como el punto de partida de este proceso.

- El papel que la vegetación juega sobre la roca se resume como lo expresado para el suelo, esto es, que su influencia es indirecta por lo que hace a su alteración, pero directa por lo que se refiere a la protección que ofrece y, en este caso, se encuentra de por medio la presencia del suelo como estrato intermedio.

- La acción hidrológica se presta igualmente a establecer dualidades en su apreciación, puesto que si bien el agua puede modificar el relieve (presencia estructural) la alteración físico química de la roca solamente se aprecia en determinados medios climáticos o, bien, en aquellas rocas muy susceptibles de ataque (el caso de las calizas por disolución).

Toda acción de los diversos elementos que actúan sobre la litología debe entenderse en un sentido indirecto, excepto el clima, puesto que se trata de un ataque de los componentes de la roca, provocando su alteración, y no de su masa, que sería el caso del relieve.

De todos modos, el criterio aquí expresado escapa a la exposición de este curso y, por tanto, está sujeto a una discusión más profunda.

#### 9. Comportamiento de la hidrología.

Al hablar de la hidrología queremos incluir la disposición hidrográfica y la presencia de todos los cuerpos de agua.

El flujo hídrico sobre la superficie terrestre, ya sea en forma desordenada (escorrentía) o encauzado (escurrimiento), tiende a modelar el relieve. Si a la acción del agua (impacto hídrico) se añade su capacidad de arrastre es de suponer que el agua fluvial modifica el relieve en mayor o menor medida de acuerdo con los medios climáticos.

La acción del oleaje sobre las playas y acantilados es otro ejemplo de la abrasión que modela al relieve; pero, por otra parte, las aguas fluviales, lacustres y marinas depositan materiales que son formas positivas en el relieve, bajo aspectos de conos de deyecciones, llanuras aluviales, sedimentación de cuencas lacustres, cordones litorales, dunas, etc.

- El relieve ofrece un obstáculo poderoso a la circulación hidrológica, y es por esto que es un elemento de influencia directa.

- El suelo, elemento menor, dada su profundidad, influye indirectamente sobre la hidrología, al obstaculizar la escorrentía, a la vez que favorece la infiltración.

- El clima proporciona, por la precipitación, los gastos fluviales y alimenta los cuerpos de agua, de tal modo que su influencia es decisivamente directa sobre la hidrología. Por otra parte, y dados los regímenes pluviométricos, explica el régimen fluvial.

- La vegetación, como en el caso de los suelos, ejerce una acción indirecta sobre los escurrimientos hídricos al obstaculizarlos y facilitar las infiltraciones.

- La influencia litológica sobre la disposición de la red hidrográfica es importante ya que marca diferentes formas de avenamiento (drenaje), estableciendo



en el escurrimiento patrones que pueden interpretarse perfectamente sobre las fotografías aéreas. Así, puede hablarse de un drenaje en enrejado, típico de las calizas, o de otro divagante sobre llanuras aluviales, etc.

#### 10. La acción antrópica y las rupturas de equilibrio.

Hasta el momento se ha analizado en forma somera, de manera cualitativa, la interrelación existente entre los elementos constitutivos del medio natural. Pero estas especulaciones, en cierto modo lógicas, no han hecho intervenir al hombre quien, racional o irracionalmente, actúa sobre el medio natural para alterarlo en su beneficio sin pensar, la mayor parte de las veces, que está desencadenando fenómenos que escapan a su control.

En efecto, las rupturas del equilibrio morfoclimático, provocadas por el hombre, han dado lugar a una ola de erosión tan importante como las oscilaciones climáticas ocurridas durante el cuaternario.

Las principales formas de la morfogénesis antrópica tienen diferentes orígenes: las rupturas de equilibrio provocadas por las obras ingenieriles, ya sea en minas, puertos, corrección de cauces y, consecuentemente, de la dinámica fluvial, explotación exhaustiva de los mantos subterráneos, etc.; rupturas de equilibrio biogeográficas por la explotación inadecuada de la cubierta vegetal, talas inmoderadas, sobrepastoreo, etc.; rupturas de equilibrio debidas a la agricultura, en el reemplazo de una cubierta natural por otra introducida, en el cultivo sobre pendientes fuertes, en la implantación de cultivos inadecuados con una carencia de técnicas estudiadas, etc.

## 11. Conclusiones.

Por la exposición derivada del análisis de los cuadros No. 1 y No. 2, podemos concluir que, tanto de manera directa como indirecta existe una interrelación cualitativa; que se sospecha una cuantitativa, pero que son necesarios datos precisos, cuantificables que alimenten un programa. (1)

Los diferentes comportamientos deducidos del cuadro No. 1 y expresados en el cuadro No. 2 indican que el suelo es el elemento más indefenso, ya que es absolutamente dependiente (grado 5) y de manera directa de todos los elementos del sistema. Esto significa que toda modificación en el relieve, en el clima, vegetación, litología o condiciones hidrológicas repercute en sus características modificándolo y, en el peor de los casos, haciéndolo desaparecer.

Los diferentes comportamientos deducidos del cuadro No. 1 y expresados en el cuadro No. 2 indican que el suelo es el elemento más indefenso, ya que es absolutamente dependiente (grado 5) y de manera directa de todos los elementos del sistema. Esto significa que toda modificación en el relieve, en el clima, vegetación, litología o condiciones hidrológicas repercute en sus características modificándolo y, en el peor de los casos, haciéndolo desaparecer.

La vegetación, que depende directamente del relieve, del suelo, del clima y del elemento hidrológico, de manera directa solamente es condicionada en menor grado por la litología o sustrato rocoso. Su grado de dependencia es 4, pero debe aclararse que su dependencia indirecta deriva de las características de la

---

(1) En efecto, el primer problema se presenta al tratar de cuantificar los parámetros tales como suelo, vegetación y litología, mientras que el relieve se puede expresar en grados o en porcentaje, el clima como una relación lluvia-temperatura y la hidrología por datos hidrométricos de gasto, capacidad de carga, impacto hidráulico, etc.

roca a la cual protege eficazmente y que es la consecuencia de una presencia de origen interno preestablecido.

El grado de fragilidad de estos dos elementos, primero el suelo y luego la vegetación, explica por qué la cubierta edáfica requiere para su formación de un tiempo mayor que el necesario para la vegetación.

En cuanto al relieve, éste sólo es modificable por el clima, la litología y el drenaje. La explicación y los mecanismos que actúan en dicha modificación o modelado constituyen las bases de una parte de la geomorfología, la climática, que complementa a la estructural. En efecto, la geomorfología estructural explica la presencia y origen de las formas terrestres por la acción de fuerzas internas: orográficas, tectónicas, volcánicas, etc., y el dinamismo del relieve depende directamente del comportamiento de la corteza terrestre (sismos, vulcanismo, emergencias, hundimientos tectónicos, etc.)

La hidrología, como el relieve, tiene un grado de dependencia del orden 3, y en ella influyen de manera preponderante tanto el relieve como el clima y la litología, como pudo observarse. En las condiciones hidrológicas tanto la vegetación como el clima actúan de manera indirecta puesto que, siendo los elementos más dependientes su acción se minimiza y concreta a modificar indirectamente ciertas leyes de la dinámica fluvial.

Si tomamos ahora en cuenta un orden inverso de influencias indirectas, vemos que tanto la litología como el clima ocupan los primeros rangos de autoindependencia toda vez que su modificación se ejerce por acciones indirectas y esto, necesariamente, los hace elementos más estables, toda proporción guardada.

El clima, por ejemplo, solamente se ve perturbado de manera sustancial por oscilaciones climáticas que se presentan en el tiempo geológico <sup>(1)</sup>, mientras que las propiedades de las rocas que componen el sustrato litológico permanecen inalterables desde el momento de su aparición.

Todas estas consideraciones de orden cualitativo suponen una acción e interacción que presupone un clímax ecológico sujeto únicamente a los dictados de la naturaleza.

Pero interviene el hombre y, entonces, el análisis que comprende unos cuantos parámetros descubribles se complica por la inclusión de otros difíciles de discernir, toda vez que esta acción antrópica (como ya se dijo) actúa indiscriminadamente, en mayor o menor grado, en todos los elementos componentes del sistema.

A partir de la intervención del hombre se desata una serie de fenómenos difíciles de seguir y menos de cuantificar en el espacio y en el tiempo, lo que conduce a un reajuste o adaptación climática que requiere de sacrificios (valga la expresión) de uno u otro elemento, para llegar a un semiequilibrio ecológico traducido en otro tipo de medio <sup>(2)</sup>. Esta adaptación, vista como una integral energética, representa una pérdida o un déficit al subordinar un sistema dado a otro de menor jerarquía, en detrimento de su aprovechamiento. Las leyes de la naturaleza son inexorables y tarde o temprano se revierten contra la humanidad.

---

(1) Aunque en los últimos años la degradación ecológica por el hombre está provocando un cambio en el medio, que se refleja en las condiciones climáticas.

(2) Un ejemplo de estos cambios ecológicos explican la desertización de gran parte del país.

El análisis y conocimiento de dichas leyes, con todas sus implicaciones, constituyen el objetivo primordial en la elaboración de una metodología en el uso lógico del espacio, fundamentalmente para todo programa de planificación, pero sostenido por un conocimiento previo del medio natural visto en todo su complejo regional.

Ahora bien, una vez expuesto cómo funciona el medio natural, se plantea el problema de saber cómo se pueden llegar a integrar los estudios que reúnan ese conocimiento del medio y, lo más importante, saber qué hacer para obtener una síntesis que conduzca a conclusiones válidas.

La respuesta es la creación de un equipo multidisciplinario constituido por un geólogo, un edafólogo, un climatólogo, un biólogo, un hidrólogo y un coordinador que sintetice, tanto la información como las recomendaciones parciales, para lograr conclusiones que satisfagan los objetivos propuestos.

Otra solución, menos onerosa, consiste en acudir al geomorfólogo quien, sin profundizar en cada tema específico, tiene una visión completa de los hechos naturales en su interrelación, de tal manera que su actitud ante las disciplinas conexas le permiten establecer una base racional del trabajo, con un criterio sintético.

## II. UNIDADES GEOMORFICAS.

### 1. Concepto tradicional (geomorfología estructural).

El análisis geomorfológico empieza con la descripción de las formas del relieve terrestre; sin embargo, a diferencia de la fisiografía, no se queda sólo en el aspecto pasivo de la simple descripción del relieve, sino que además intenta la explicación genética y evolutiva de él.

El método geomorfológico parte de la descripción de la forma estática exterior del relieve para encontrar el fundamento dinámico de los procesos internos a los que se debe dicha apariencia, así pues, el relieve de una región es una expresión de su estructura interna, es decir, la forma en la que han quedado dispuestos los elementos de la litósfera como consecuencia de la acción de los fenómenos internos tectónicos y volcánicos. Parece entonces lógico que cuando la geomorfología intenta la explicación del relieve haga uso de la metodología geológica que investiga la génesis de las estructuras primarias. De esta actitud surgió el concepto de "geomorfología estructural" utilizado en el pasado como sinónimo de geomorfología general, debido a que los especialistas sólo se contentaron con presentar el origen genético-evolutivo de las estructuras internas del relieve, omitiendo las modificaciones que dichas formas sufrían en su aspecto exterior.

La geomorfología estructural constituye el primer paso del método geomorfológico al identificar los procesos internos que originan el relieve, dato básico para llegar al análisis del comportamiento, modificación y desarrollo de las formas por los agentes del modelado.

Los procesos internos generadores del relieve, son de dos tipos: los tectónicos, que modifican a gran escala el relieve terrestre, provocados por fuerzas verticales y horizontales que afectan a la corteza comprimiéndola, levantándola, pliegándola y en general distorsionando la litósfera, y los procesos de origen volcánico que proporcionan una gran cantidad de material incandescente que llega a la superficie de la corteza terrestre formando acumulaciones que modifican el relieve. (El cenozoico volcánico modificó sustancialmente la morfología de nuestro país). Ambos tipos de procesos se acompañan de acciones secundarias que mantienen una inestabilidad continua en la corteza, de manera que la tierra es un medio altamente dinámico.

## 2. Concepto actual (geomorfología dinámica).

Es un hecho incontestable que el relieve se modifica paulatinamente ante nuestros ojos por la acción modeladora del clima. Las leyes que rigen este modelamiento pertenecen al campo de la geomorfología climática, así que geomorfológicas, tanto estructural como climática, constituyen un todo que, aunado al estudio de los procesos azonales, fortalece la creación de una disciplina moderna; la geomorfología dinámica.

Esta disciplina se ocupa del estudio de una superficie de contacto, la que separa la parte sólida del globo terrestre (litósfera) de las cubiertas líquida y gaseosa que la rodean (hidrósfera, atmósfera). Esta superficie de contacto es el reflejo de un equilibrio inestable provocado por fuerzas, tanto internas como externas, que generan ciertos procesos que, a su vez, desencadenan fenómenos que modifican las formas del relieve.

En una geomorfología dinámica no interesa el estudio de esas formas por la forma en sí, sino el análisis de los procesos que las generan. La naturaleza de estos procesos de distinto origen hace que la geomorfología se ubique en el centro de un sistema de interferencias donde las acciones y reacciones revisten un aspecto dialéctico entre fenómenos que se localizan, unos en la litósfera y otros, en la atmósfera o hidrósfera. Este hecho confiere a la geomorfología el carácter de ciencia puente toda vez que se interesa en los campos de estudio de otras disciplinas conexas como la biología, la geología, la edafología, hidrología, etc., interés que nos obliga a adoptar una actitud sintética a la vez que analítica con respecto de los fe no me no s naturales.

La esencia misma de la geomorfología obliga a pensar que es la ú n i c a disciplina que puede estudiar en su conjunto al sistema formado por los elementos del medio natural.

### 3. La dinámica de los procesos.

Contemplar en forma integral los procesos internos o externos, que actúan directa o indirectamente en la modificación lenta o rápida, frecuente o esporádica del relieve, nos lleva a conocer los mecanismos morfogenéticos y el grado de importancia que tienen todos y cada uno de ellos dentro del sistema de cada medio natural. Este es un aspecto básico, no sólo para comprender el medio natural en que vivimos sino, además, para tratar de dar solución a problemas. Hasta ahora desconocemos mucho de nuestro medio natural porque el hombre lo ve como un conjunto de elementos aislados aparentemente estáticos, en lugar de concatenarlos en el tiempo y en el espacio; de allí la necesidad de que



el conocimiento sistematizado del medio natural sea un paso básico en el intento de solucionar muchos de los problemas que surgen de la relación hombre-medio natural. Es cierto que hasta ahora no todos los problemas pueden ser resueltos; hay riesgos naturales que no se pueden evitar aunque sí atenuar sus efectos; sin embargo existen otros, más comunes, que son directamente provocados por el hombre que desconoce el funcionamiento del sistema natural. Dicho de otra manera, existen ciertos paroxismos naturales que se traducen en manifestaciones catastróficas (inundaciones, sepultamiento por aluviones después de las crecidas, socavamiento de márgenes que provocan derrumbes, deslizamientos de terreno que desgajan las laderas, corrientes de lavas volcánicas, tempestades que abren brechas en los cordones litorales, terremotos que cambian los cursos fluviales, etc.), que no pueden considerarse como manifestaciones normales dentro de la modificación incesante de la corteza y del relieve. En cambio, existen otros fenómenos más lentos, menos aparentes e impresionantes pero más insidiosos y de resultados más trascendentales, fenómenos de los que el hombre se percató tardíamente; tal es el caso de la erosión físico-química de los suelos de las vertientes que privan al hombre de uno de sus recursos substanciales y que además es un fenómeno que se presenta a escala mundial por lo que constituye un dramático problema para un mundo que tiene que satisfacer a una población mayor a 4 000 millones de habitantes.

El problema de la erosión requiere de un conocimiento cabal de la dinámica de los procesos que la generan. En efecto, frecuentemente se detecta la erosión por los abarrancamientos que genera en una proliferación de cárcavas, pero rara vez se habla de la esorrentía (flujo hídrico sin encauzarse) que es el proceso

inicial, cuyas manifestaciones no son tan impresionantes y sin embargo el suelo desaparece por su causa. Las cosas no terminan ahí, ya que enseguida viene una política conservacionista donde se emprenden costosas campañas de reforestación, cuando lo más adecuado sería empezar por una repastización, siguiendo el orden lógico del poblamiento vegetal que la naturaleza nos enseña.

Este ejemplo por sí mismo, pone de manifiesto la poca importancia que se le da al conocimiento de los procesos para manejar adecuadamente el medio natural.

Por otra parte, es claro que la evolución del relieve y del modelado, no ha sido, ni es igual para todos los medios naturales; es por esto que el comportamiento morfogenético del medio ha tenido que ser zonificado con el fin de homogeneizar áreas de procesos morfogenéticos comunes o de características estructurales semejantes. A una unidad de este tipo la denominamos "geomórfica" y representa la síntesis de todas las características geomorfológicas más importantes o predominantes en un medio; así, cuando el modelado responde a una influencia de acciones climáticas creando un medio general en ese sentido, las unidades geomórficas se denominan "morfoclimáticas" en tanto que, cuando el dominio es del tipo geológico, se denominan "unidades estructurales"; sin embargo, lo más común es encontrar el grado intermedio de interacción por lo que el término de "unidades geomórficas" es el más empleado.

#### 4. La Carta geomorfológica.<sup>(1)</sup>

Este es el documento básico que representa la información geomorfológica; esta carta debe de reunir ciertas condiciones fundamentales: ser morfográfica, para indicar la apariencia general de la arquitectura de las

---

(1) Por la importancia del tema, estos conceptos se tomaron de "Principios y métodos de la geomorfología" por Jean Tricart, autoridad en la materia.

formas, ser morfogenética, en el sentido de indicar el carácter evolutivo, ser morfométrica, para precisar el detalle de las medidas del relieve y ser morfodinámica para indicar la tendencia y el carácter activo del relieve.

La carta geomorfológica proporciona para un espacio dado un inventario completo de todos los datos observables. Pero no se trata de un simple censo ya que está concebida de tal manera que toda unidad es colocada en su contexto estructural, en su marco cronológico y en su encadenamiento genético tanto espacial como temporal. Este censo de multitud de datos ha sido organizado de tal modo que es probable un análisis estadístico de frecuencia y de correlaciones. Así, por ejemplo, es posible formar toda una serie con los diferentes tipos de formas y sus procesos correspondientes (reptación, desprendimientos, derrumbamientos, soliflucción, etc.) y orientar las estadísticas de su repartición en función de la orientación y de la altitud. Tales análisis geomorfológicos a la vez finos y cuantitativos son el objetivo que debe encarar nuestra disciplina para satisfacer a las exigencias de la aplicación.

En efecto, haciendo resaltar las diferencias de procesos que se ejercen sobre las vertientes en función de su orientación y de la altitud considerada, tales estudios proporcionan los datos de base para la lucha contra la erosión y la restauración de los suelos, especialmente para la reforestación y para la conservación de los pastos, la corrección de torrenteras y la protección de los lugares habitados.

Utilizando un planímetro para evaluar superficies podemos igualmente contar con un medio de investigación indispensable para el estudio de la carga aluvial de los cursos de agua. Se puede, por ejemplo, en una cuenca hacer un balan-

ce de las superficies topográficas que proporcionan detritus así como la naturaleza de esos soportes.

- Suelos acarreados por la escorrentía difusa que se limita a una erosión superficial.
- Aluviones proporcionados por las torrenteras, cárcavas, barrancas
- Materiales vueltos a tomar de los mantos aluviales anteriores por socavamiento de las márgenes incididas en las terrazas.
- Detritus proporcionados por coladas lodosas. Los derrumbes que alcanzan los talweges.
- Coluviones y formaciones de pie de vertiente vueltas a formar por socavamiento, etc.

Para cada una de estas fuentes, las facies pueden ser precisadas y comparadas enseguida a aquellas de los mantos aluviales actuales (conos de deyección, limos de desbordamiento, bancos de aluviones gruesos, etc.). Todas estas investigaciones permiten precisar mejor las características de la dinámica actual.

a) La carta geomorfológica como documento para las ciencias conexas. Concebida como se ha expresado, la carta geomorfológica detallada constituye igualmente un documento de base para las investigaciones de ciertas disciplinas en las cuales el factor geomorfológico juega un papel importante. Para la Edafología una carta geomorfológica detallada responde a las necesidades de los edafólogos y les permite ir más rápido en su trabajo con mejores resultados.

En efecto, nuestras cartas proporcionan ciertos elementos muy importantes del marco en el cual se han formado los suelos y en el cual evolucionan o han evo

lucionado, Las cartas hacen aparecer todos los procesos que obstaculizan su génesis actual como los deslizamientos y la solifluxión que cuando es superficial, barren el material e impiden la diferenciación de horizontes como el coluvionamiento o los aportes de limos de desbordamiento que fosilizan el suelo en vías de formación antes de que haya tenido tiempo de caracterizarse. O bien, una erosión superficial ejercida por la esorrentía difusa que da suelos truncados o embrionarios provocando una concentración superficial pedregosa a base de guijarros.

Como la carta incluye naturaleza litológica, alteraciones, mantos aluviales, formaciones de pendientes, etc., da ciertas indicaciones para que el edafólogo pueda conocer el material del cual se forman los suelos. En este caso, la carga geológica no puede suplir a la geomorfológica, ya que la primera está destinada a informar sobre el sustrato, sobre la corteza terrestre y no sobre la epidemis de la tierra que es el dominio de la geomorfología y de la edafología.

Haciendo aparecer la evolución de las formas, la carta geomorfológica da al edafólogo el marco cronológico de la edafogénesis y le permite precisar mejor los paleosuelos, las herencias o las readaptaciones de suelos colocados en presencia de oscilaciones climáticas. Por ejemplo, sobre una terraza, el punto de partida de la edafogénesis es el momento en que cesa la acumulación aluvial. Cuando el curso de agua cambia de régimen geomorfológico por ejemplo, concentrando su escurrimiento en un canal único en lugar de divagar, o disminuyendo sus inundaciones, el suelo que se forma entonces, es necesariamente hidromorfo. Si esta fase persiste mucho tiempo algunas características durables pueden aparecer.

Posteriormente, cuando el curso de agua se entalla, el suelo se drena ca-

### III. UNIDADES VOCACIONALES Y TIPOS DE ACONDICIONAMIENTO.

Con la metodología empleada por la geomorfología se llegaron a sintetizar unidades geomórficas que representan ciertos tipos de medios de comportamiento diferente, pero dentro de un complejo regional.

Este primer resultado, que representa una etapa intermedia, debe ser analizado para llegar a determinar otro tipo de áreas que reflejen la vocación del suelo al mismo tiempo que un tipo de acondicionamiento. Para determinar las áreas pueden seguirse diferentes criterios de acuerdo con los objetivos propuestos.

Por ejemplo, si se trata de planear el medio rural, el enfoque deberá centrarse en la utilización del suelo en función de una vocación eminentemente agrícola o agropecuaria que refleje ciertas condiciones óptimas edafológicas, de recursos de agua, de clima, etc., en una secuencia muy semejante a la empleada para captar la interacción de los elementos del medio natural. Pero cuando se trata de definir vocaciones para un desarrollo urbano, entonces las exigencias se multiplican y debe asignarse al suelo un uso lo más adecuado posible.

#### 1. Teoría de los umbrales y método geomorfológico.

Actualmente se trabaja en la elaboración de programas para el desarrollo urbano, con el método del análisis de umbral. El objetivo de este método, ensayado por primera vez en Polonia, es poder localizar ciertos espacios fisi-

cos en los que juegan elementos de orden socioeconómico que se presentan fatalmente en toda expansión urbana y en los que, además, el concepto costo queda implícito.

La metodología presenta ciertos atractivos, pero se limita a la solución de problemas muy concretos que surgen paralelamente con la expansión urbana al crearse limitantes físicas por el uso excesivo del medio natural. No obstante lo anterior, tratamos de aplicar el método para identificar ciertas unidades vocacionales, tomando como parámetros, exclusivamente, los elementos del medio natural. La experiencia fue la siguiente:

- a) La elaboración del programa requiere de un tiempo suplementario al empleado en la obtención de datos, fotointerpretación y control de campo.
- b) Los umbrales obtenidos no reflejan, necesariamente, la realidad (tal vez por defectos en nuestra programación).
- c) Los umbrales que más se apegan a la realidad (nuestra realidad empírica) resultan tan rígidos que más que ayudar al urbanista maniatan su acción.

En vista de los resultados negativos se optó por seguir con la metodología geomorfológica, tratando de afinar lo más posible las cartas temáticas (de suelos, litología, vegetación, etc.) para que, sobrepuestas las unas sobre las otras, reflejasen áreas de interrelación de manera gráfica.

Es necesario señalar que este método de sobreposición solamente apor-

ta áreas que es necesario interpretarlas y discutir las con el urbanista en un diálogo de "estira y afloja" para definir perfectamente la vocación del suelo en su uso óptimo.

El estrecho contacto entre geomorfólogo y urbanista es inevitable para plantear y discutir un manejo racional del espacio en el que se examine y analice toda alternativa posible. La confrontación de ideas fortalece las determinaciones para llegar a una conclusión elástica que se traduzca en la proposición de una serie de alternativas (todas ellas fundamentales) que aseguren una tema de decisión.

Esta última etapa es la más definitiva ya que en ella se adoptan las normas básicas del planeamiento urbano, complementadas con otros puntos de vista ajenos al medio natural.

## 2. Recapitulación.

Durante el diálogo con el urbanista, es conveniente recapitular las condiciones las condiciones del medio natural, sintetizando los aspectos más significativos que condujeron a la identificación de las unidades geomórficas. Esta precaución permite tener a la mano elementos de juicio que faciliten las determinaciones.

Dichos elementos podrían ordenarse de la siguiente manera:



### TIPOS DE MEDIOS Y VOCACION

a	TIPO DE MEDIO ( UNIDAD GEOMORFICA )	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>n</sub>
b	CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS	///	///	///	///
c	TIPO DE FORMACIONES SUPERFICIALES	///	///	///	///
d	DINAMICA GEOMORFOLOGICA	///	///	///	///
e	TIPO DE PEDOGENESIS	///	///	///	///
f	COMPORTAMIENTO HIDROLOGICO	///	///	///	///
g	VOCACION Y TIPOS DE ACONDICIONAMIENTO	///	///	///	///

X , X<sub>1</sub> , X<sub>2</sub> , X<sub>n</sub> = tipos de medios

a) Tipo de medio. Se refiere a la unidad geomórfica tomada como una síntesis que expresa el comportamiento de un subsistema regional.

b) Características geomorfológicas. Son las del relieve en función de su génesis (mecanismos de origen)

c) Tipo de formaciones superficiales. Se refiere a las características litológicas, al material suprayacente (arenas, limos, arcillas, guijarros, etc.) que es indicativo de las condiciones naturales que imperan localmente.

d) Dinámica geomorfológica. Son los procesos en juego, los mecanismos que están modificando actualmente la superficie del suelo (derrumbes, escorrentías, intemperizaciones, acaravamientos, etc.)

e) Tipo de pedogénesis. Indica los diferentes tipos de suelos por su origen (endógenos o exógenos), con sus características más relevantes.

f) Comportamiento hidrológico. Aquí se señalan los tipos de flujo superficial (escorrentía, escurrimiento), capacidad de infiltración de acuerdo con el carácter litológico, dificultades en el drenaje, etc.

g) Vocación y tipos de acondicionamiento. Este rubro sintetiza las condiciones de los rubros anteriores, para establecer un pronóstico derivado de diagnósticos parciales. A este pronóstico lo designamos con el término "vocación", es decir, la afinidad, la inclinación óptima de cierto medio para un determinado uso; pero, además de asignarle un uso, se le reviste de una serie de recomendaciones, a corto y largo plazo, para que cumpla con su cometido. Las sugerencias van encaminadas a establecer un "tipo de acondicionamiento" que asegure la vocación.

Se ha creído conveniente anexar una carta y un cuadro de Salina Cruz, que ejemplifican gráficamente la tesis expuesta.

La época de las improvisaciones, del enmascaramiento de la realidad con tanta frecuencia sacrificada a los intereses mezquinos debe ser sustituida, necesariamente, si se quiere vivir acorde con la etapa de superación y de verdad que propugnamos en beneficio del individuo y, colectivamente, de la sociedad.

El urbanismo no es un hecho consumado, rígido e inalterable, tampoco un concepto abstracto ni una mera especulación teórica, sino un proceso eminentemente dinámico, de servicio y de aplicación, que debe tender a terminar definitivamente con planeamientos, a veces dramáticos, por desconocimiento o por negación de hechos y conceptos; de técnicas y de procedimientos.

tos metodológicos sistematizados que nos lleven al conocimiento cabal del México en que vivimos o del ambiente en que deseamos hacerlo.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

***CURSOS ABIERTOS***

***EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL***

***APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS***

***Del 31 de agosto al 11 de septiembre de 1992***

***6. AFECTACIONES A LA CALIDAD DEL AGUA***

***M.I. ERNESTO MURGUIA VACA***

***AGOSTO-SEPTIEMBRE-1992***

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

- EL MEDIO ACUATICO -

M.I. Ernesto Murguía Vaca

Para realizar una correcta evaluación del impacto ambiental provocado por una acción cualquiera, debe conocerse ampliamente el medio que se vería afectado, así como los fenómenos que relacionan la acción con los efectos.

Los fenómenos acción-efecto se estudian en biología dentro de las ciencias ecológicas, por lo que en forma resumida, se exponen algunos de los conceptos más importantes de la ecología y de los fenómenos que ocurren en el medio acuático.

1. ECOLOGIA

Ecología es definida como parte de la biología que estudia las relaciones entre los organismos y el medio en que viven. Esta definición es la que se sobreentiende actualmente desde que fue empleada hace más de un siglo (1866) por el naturalista y biólogo alemán Ernest Haeckel; antes de él se tomaba la acepción etimológica que significa casa o habitación de los animales y las plantas.

Ya como ciencia, el naturalista Marston Bates escribió en 1962:

"La ecología bien puede ser la más importante de las ciencias en relación con las subsistencia humana a largo plazo pero se encuentra entre las menos comprendidas por el público en general"

Cabe aclarar que actualmente se ha cobrado conciencia de los aspectos ecológicos en relación con la vida humana, lo que pudiera invalidar el pensamiento de Bates; sin embargo, aún resulta muy complejo su estudio según lo expresa el ecólogo Ramón Margalef al definir la ecología como:

"Ciencia que combina materiales de distintas disciplinas con puntos de vista propios"

Esta complejidad la corrobora la primera ley de la ecología según Barry Commoner que dice:

"Todo está relacionado con todo lo demás"

El ecólogo Bowen opina igual, al expresar que:

"Un diagrama que muestre el movimiento de un solo elemento químico a través de un ecosistema puede ser pavorosamente complejo. El ecosistema del hombre que incluye instituciones y artefactos que tropiezan con el medio y lo alteran, la interrelación es inimaginablemente compleja"

## 2. ECOSISTEMA

Respecto al concepto de ecosistema, el naturalista Roger Dajoz dice que:

"El ecosistema es la unidad básica de la ecología, puesto que incluye a la vez los seres vivos y el medio en que viven, con todas las interacciones entre ellos..."

La mayor parte de los ecosistemas se han formado a lo largo de un proceso de evolución y son consecuencia de largos procesos de adaptación entre las especies y su medio...

Los ecosistemas están dotados de autorregulación y son capaces de resistir, al menos hasta ciertos límites, las modificaciones del medio y las variaciones bruscas de la densidad de las poblaciones"

El sistema ecológico acuático se subdivide en:

- 1) Marino
- 2) Estuarino
- 3) Acu dulce o de aguas dulces

### 2.1. Ecosistema marino

Los mares y los océanos ocupan 363 millones de kilómetros cuadrados de superficie. La profundidad media de los océanos es de 3800 metros y en todo ese volumen se halla alguna forma de vida, como se ha corroborado hasta en

las fosas más profundas como la de las islas Marianas con 11,034 metros al fondo. La actividad queda supeditada a los límites de iluminación que es rápidamente absorbida en el agua. La penetración de la luz en verano y dependiendo de la latitud, llega cuando mucho a 50 metros de profundidad para el aprovechamiento fotosintético; en invierno a no más de 10 o 15 metros.

### 2.1.1. El plancton

En 1887 el oceanógrafo Hensen empleó la palabra plancton (del griego plankton: errante) para designar a los organismos masivos que flotan libremente en el agua y son transportados por olas y corrientes. Se considera como plancton a todos los organismos acuáticos microscópicos que no requieran cultivo especial para su observación. Según el reino al que pertenecen los microorganismos, el plancton se divide en fitoplancton y zooplancton; existen otras divisiones que obedecen a características especiales como si poseen o no movimiento propio o de acuerdo a las profundidades donde viven; según esto último, es común clasificarlo en limnético o superficial, bental o de fondo y litoral o de las márgenes o castas. A los organismos pequeños que se pueden apreciar a simple vista se les denomina macroplancton; entre éstos y el microplancton se considera al mesoplancton.

El fitoplancton está constituido por la parte vegetal de los microorganismos. Muchos poseen los atributos de los animales en cuanto a movilidad propia, al grado de que no tan fácilmente se distinguen de los protozoarios. El fitoplancton está representado en su mayoría por algas, cuya característica principal dentro del grupo de las Tallophytas, es la presencia en ellas de la clorofila.

El zooplancton está constituido por la parte animal de los microorganismos y lo forman principalmente los protozoarios. Entre los protozoarios se distinguen los algófagos y los bacteriófagos según se alimenten de algas o de bacterias; pero como las algas atraen a un número considerable de bacterias, el primer grupo provoca indirectamente la destrucción de una mayor cantidad de bacterias que el segundo.

El fitoplancton está limitado a la zona superficial iluminada; el zooplancton se extiende a mayores profundidades; en general suben durante el día y bajan durante la noche lo que da lugar a la fuente alimenticia de la zona abismal. Esto explica el por qué cuando la profundidad aumenta, disminuyen los detritívoros y aumentan los depredadores.

## A) El fitoplancton

Se reconocen en las células de la inmensa mayoría de las algas, bien sean unicelulares o multicelulares, los elementos fundamentales: la membrana, el citoplasma y el núcleo. Sin embargo, el grupo de las Cyanophytas presenta una estructura celular con características propias que las hacen muy distintas a las otras, tanto que hasta se dice de ellas, que son de los primeros seres que aparecieron en la tierra.

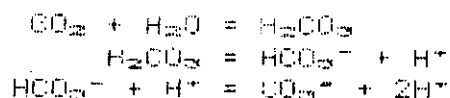
Entre los diversos constituyentes de la célula y más precisamente entre los que hacen que se integre la materia viva, figuran ciertos elementos (plastes) portadores de pigmentos que reciben el nombre de cromatóforos y que son de dimensiones y forma muy variables. Gracias a estos pigmentos asimiladores fotosintéticos, las algas son autótrofas.

De una manera general, todas las algas pueden clasificarse de vegetales verdes porque sus cromatóforos contienen siempre clorofila de color verde: en otras, van acompañadas de carotenoides dando otros colores que van del amarillo al rojo carmín. El color de las células ha servido para una clasificación elemental de estos vegetales:

- a) Algas verdes o clorofíceas. Prepondera la clorofila.
- b) Algas caféas o Faeofíceas. Domina la ficoxantina, un pigmento de tinta café o verde olivo.
- c) Algas rojas o rodofíceas. Teñidas de ese color por la ficoeritrina.
- d) Algas azules o cianofíceas. La clorofila es más o menos opacada por el pigmento ficocianina.

Estudios químicos y bioquímicos del agua que es el ambiente para la gran mayoría de las algas, dan idea de los nutrimentos necesarios para su desarrollo. Los principales elementos empleados son el carbón, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio; además, trazas de fierro, manganeso, silicio, zinc, cobre, cobalto, molibdeno, boro y vanadio; también algunos compuestos orgánicos para ciertas clases.

El carbón se deriva del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), de los iones carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) o de compuestos orgánicos. En el agua está siempre presente el  $\text{CO}_2$  en diversas formas y dependiendo de la concentración de iones hidrógeno, el equilibrio puede ser:





Solamente en aguas con pH abajo de 5 se halla libre el  $\text{CO}_2$ ; entre pH de 7 a 9, los bicarbonatos son los significativos; y con pH arriba de 9.5, los carbonatos son los importantes:

Las algas usan el  $\text{CO}_2$  libre en la fotosíntesis pero a muy altos valores de pH (9 o más), la ausencia de éste puede ser un factor ecológico limitante además de que el Ca pueda precipitarse resultando deficiente este elemento; pero entonces el Mg, Na y K resultan los cationes principales.

El nitrógeno es utilizado por algunas especies de cianofíceas; es obtenido por los compuestos nitrogenados, en particular de los nitratos, de las sales amoniacales y de nitritos; también se deriva de los compuestos orgánicos. La fijación del nitrógeno en las algas azul-verdóscas depende de una cantidad pequeña pero adecuado abastecimiento de molibdeno. Este elemento es también necesario cuando la fuente de nitrógeno son los nitratos.

El fósforo se halla en el agua como ortofosfatos y en combinaciones orgánicas; su baja concentración puede limitar el desarrollo de algunas especies; El fósforo que consumen las clorofíceas es del 2 al 3 por ciento de su peso en seco.

## B) El zooplancton

El Dr. A Hill Hassal (1851) describía la actividad de los protozoarios como el de ser los comensales de la naturaleza; su función es la de digerir a otros organismos. Los protozoarios deben buscar su alimento y lo hacen gracias a innumerables adaptaciones que les permite absorber la materia sólida. tienen tamaño muy variable; algunas colonias, así como especies unicelulares, pueden distinguirse a simple vista pero la mayoría son microscópicos. Viven en el medio acuático y cuando no es así, se enquistan para sobrevivir; sin embargo, el paramecio nunca se ha observado enquistado.

En los flagelados se pueden observar vacuolas permanentes o no. Las temporales se forman al rededor de los alimentos ingeridos; las permanentes o contráctiles son raras y definitivamente no existen en los protozoarios de aguas dulces. En general las células tienen un solo núcleo, pero en los ciliados se hallan dos.

Los protozoarios pueden alimentarse de algas o de bacterias, pudiendo cambiar su preferencia por una clase de alimento en caso de ausencia o escasez de éste. Dentro del

grupo de bacteriófagos puede haber selección por un tipo determinado de bacterias; se ha observado que las amibas y ciliados del suelo consumen solo a las Gram negativas. El Paramecium caudatum consume E. coli; todos los demás Paramecios se alimentan de levaduras. Los micrococcos son aparentemente mejor digeridos por los algófagos que por los bacteriófagos.

La selección de bacterias Gram negativas por los protozoarios tiene una gran importancia en aguas contaminadas con aguas residuales municipales. La gran mayoría de los protozoarios se alimentan de materia viva, sobre todo los ciliados, que no pueden existir en medios puramente inorgánicos.

Todos los protozoarios libres son aerobios, efectuando los cambios respiratorios a través de la membrana celular. Algunos pueden tolerar condiciones más o menos anaerobias. El consumo de oxígeno en la respiración se aumenta entre dos y tres veces cuando toman su alimento con respecto a cuando no lo toman.

C) El necton

Lo constituye el conjunto de especies que viven libremente en el agua del que los peces desempeñan el papel más importante. Muchas especies viven a expensas del plancton formando cadenas alimenticias muy cortas. La presencia de peces tiene un significado inmediato en la medida de la calidad del agua, sobre todo en el contenido de oxígeno disuelto al que son extremadamente sensibles. La cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua, está muy relacionado con la cantidad de materia orgánica en descomposición.

Los peces son notables por la diversidad del medio de desarrollo, formas y colores, así como también por su valor nutritivo al hombre. Esto último ha dado origen al cultivo y captura de ciertas especies denominadas comerciales, que repercuten en la economía al combinarse con el desarrollo de la acuicultura. Son además elementos de ornato y en su propio medio, muy apreciados en la práctica de la pesca deportiva.

2.2. Ecosistema estuarino

En el ambiente estuarino existe una variación natural en la temperatura y en el contenido salino que lo hacen muy distinto al representado por las aguas marinas o por las aguas dulces. La vida que en él se desarrolla es muy

sensible a los cambios estacionales y esta muy influenciada por las mareas. Los estuarios son muy productivos biológicamente por la concentración de alimentos que le aportan los ríos, convirtiéndose en criaderos de muchas especies propias del mar.

Al verter contaminantes, aún en condiciones de aparente equilibrio, debe considerarse que los estuarios son un reservorio nutritivo y tendrán tendencias hacia la eutroficación; ésta como se sabe, puede interferir en el proceso fotosintético de las algas microscópicas y provocar descomposición anaerobia con la subsecuente eliminación de peces y otras formas de vida acuática.

Las oscilaciones de las mareas, aunque suaves, en un pantano marino, un estuario de mangle o un arrecife de coral, contribuirán enormemente a la alta productividad de las comunidades respectivas. En relación a las mareas, cuanto más alta sea la amplitud de éstas, tanto mayor será el potencial de producción a condición de que las corrientes resultantes no sean demasiado abrasivas.

Si los ríos fertilizan a los estuarios, lo hace más la entrada libre del mar; por lo tanto, el cortar la entrada de mar a un estuario, es provocar un daño ecológico que se refleja al reducir a más de la mitad la productividad del sistema. Inclusive el embalsamiento de agua que se hace para el cultivo de peces ha de disponerse muy cuidadosamente. Se le deberá proporcionar en forma artificial algo de ventilación, auxilios para el combate de enfermedades y alimentos, que en condiciones naturales de agua libre no los necesita.

### 2.3. Ecosistema de aguas dulces

Con aguas dulces se denomina a todos los cuerpos de agua superficiales tales como lagos, presas, lagunas, estanques, ríos y canales, en donde ecológicamente juega un papel importante la parte microscópica que se desarrolla en especial en cada uno de ellos, regida principalmente por la velocidad de la corriente, naturaleza del fondo, temperatura del agua, cantidad de oxígeno disuelto y la composición química del agua.

El agua de lluvia y la subterránea, biológicamente no interesan, aunque tienen un importante papel en otros problemas ecológicos y de ingeniería, interrelacionados con los fenómenos de aridez y productividad.

### 2.3.1. Manantiales

Dado su origen, los manantiales mantienen condiciones poco variables, sobretodo en temperatura. En aguas frías viven algunas algas y musgos, así como Planarias, crustáceos, anfipodos y larvas diversas. En aguas con temperatura arriba de 30 °C, comienza a disminuir la población de vegetales y más de insectos, aunque existen especies de crustáceos como el thermostaena mirabilis que se desarrolla cuando existen temperaturas entre 45 y 48 °C.

### 2.3.2. Ríos

Los ríos resaltan su importancia al considerarlos la cuna y desenvolvimiento cultural del hombre, remontándose a épocas que servían como fuente de bebida, riego, transporte y de alimento a través de la pesca; y no obstante, han sido los más afectados por el incremento industrial y tecnológico al ser los receptores de descargas contaminantes y al interrumpírseles su flujo con diques y cortinas constitutivas de las grandes presas. Los cambios de régimen, calidad y cauce, se reflejan en alteraciones ecológicas que los han convertido en típicos ejemplos de esta naturaleza.

En caso de contaminación se recuperan con relativa facilidad y rapidez en comparación con lagos y aguas estancadas. Influyen para el caso, los fenómenos de autodepuración y pendiente y anchura del cauce, en los que intervienen la velocidad del agua, temperatura y cantidad de oxígeno disuelto.

Según el origen, recorrido y características naturales de los ríos, los peces se desarrollan según los cuatro tramos ecológicos siguientes:

- 1) Tramo de la trucha. Denominado también torrente de montaña o tramo superior de los ríos, donde las aguas son agitadas y ricas en oxígeno disuelto; por la misma turbulencia, no se desarrolla plancton pero sí el bentos fijo sobre las rocas y musgos. Todo insecto y pez de esta zona está adaptado para fijarse o nadar.
- 2) Tramo del salmón. Caracterizado por un cauce más ancho y de menor velocidad, lo que origina que el fondo se cubra de arena y piedras. Los peces y especies acuáticas no poseen dispositivos de fijación.
- 3) Tramo del barbo. El curso es más remansado y corre por las llanuras. Sobre las orillas abundan las fanerógamas y en aguas lentas el potamoplancton.

4) Estuario. Ultimo tramo, en contacto con aguas marinas por lo que aumenta su contenido salino hallándose especies propias de esas aguas. Se desarrolla una fauna muy particular denominada medusula sobre el musgo de las rocas.

### 2.3.3. Lagos y lagunas

Los lagos y lagunas, así como las presas u otros almacenamientos importantes, son quizá los que ecológicamente presentan mayores aspectos de interés. Biológicamente su estudio se centra en el plancton que es muy rico en este medio, excepto cuando el agua es turbia o contiene elementos adversos a su desarrollo; ésto y otros fenómenos se logran conocer a través de una investigación limnológica con las que se define desde el origen del lago pasando por sus características morfológicas, hasta llegar a los fenómenos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en el seno de sus aguas.

## 3. DISTURBIOS ECOLÓGICOS EN AGUAS CONTAMINADAS

Uno de los fenómenos que se presenta de inmediato en los cuerpos de agua receptores a causa de las descargas contaminantes, es el de la eutroficación, que se refleja con mayor claridad en los lagos que en los ríos. La eutroficación consiste en una sobrepoblación de plantas acuáticas que origina serios cambios físicos, químicos y biológicos en el seno del agua, que surge como consecuencia de adicionar nutrimentos, tales como nitratos y fosfatos, contenidos en los desechos arrojados.

La aparición del lirio acuático en forma exuberante en ciertos lagos y presas no es desconocido, así como tampoco los problemas que causa, entre los que se destaca el de impedir la penetración de los rayos solares que auspicia la disminución del proceso fotosintético, provocando así la asfixia de peces, que al morir y en unión de otros desperdicios orgánicos, entran rápidamente en descomposición acelerando la disminución del oxígeno disuelto hasta su agotamiento total. De esta manera se llega a una anaerobiosis que da lugar a procesos sépticos tan ofensivos desde todos los puntos de vista en sitios que anteriormente eran estéticos y productivos.

El deterioro constante y acelerado de la calidad del agua observado desde la antigüedad, dio origen a la creación de sociedades que originalmente defendían la actividad pesquera cada vez más afectada en su economía. Su

evolución llega hasta la legislación y reglamentación con que cuentan actualmente todos los países.

### 3.1. Evaluación de la calidad del agua

La calidad del agua se puede conocer si se llevan a cabo análisis que determinen los elementos físicos, químicos y biológicos que contiene, para compararlos con los límites normalizados según el uso a que se destine.

No solamente se realizan los análisis para cuantificar la calidad del agua, sino también para estudiar el proceso más conveniente para su aplicación al uso programado.

Cabe aclarar que mientras no se defina el uso, no se puede calificar la contaminación. Existe en forma natural una contaminación, si se considera que el agua químicamente pura no es posible conseguirla más que en laboratorio y bajo condiciones muy especiales. Por lo mismo, de acuerdo al uso, las normas indican los máximos o en ocasiones los mínimos permisibles, de los parámetros significativos.

### 3.2 Unidades empleadas en los análisis de aguas.

Los resultados de los análisis son expresados en diversas unidades según el parámetro analizado. En general, se relaciona el peso del elemento o radical con un volumen determinado. Se emplea como peso al miligramo y como referencia de volumen al litro: mg/L. Esta unidad es equivalente a la antiguamente empleada: partes por millón (ppm).

La concentración de una sustancia en solución, puede ser expresada en miliequivalentes por litro (meq/L) que representa el peso combinado del ion, radical o compuesto. Los miliequivalentes se pueden calcular en función de los mg/L:

$$\text{meq/L} = \text{mg/L} (\text{valencia/peso atómico})$$

$$\text{peso equivalente} = \text{peso atómico/valencia}$$

$$\text{meq/L} = (\text{mg/L})/\text{peso equivalente}$$

En caso de un compuesto, el peso equivalente se puede encontrar por el cociente: peso molecular entre carga eléctrica de equilibrio.

Compuestos distintos pueden causar juntos, una misma acción como es el caso de la alcalinidad y la dureza: para

poderlos sumar se homogeneizan a equivalentes de carbonato de calcio, cuyo peso molecular es 100. La unidad entonces es mg/L como  $\text{CaCO}_3$ .

Otra unidad empleada la constituye la asignada a la conductividad eléctrica que se da en micromhos/cm. Se debe a que la conductividad es el inverso de la resistividad medida en ohms. Los aparatos de medición tienen sus electrodos separados un centímetro. Es un parámetro que varia con la temperatura del agua.

La contaminación bacteriológica se basa en el hallazgo de la escherichia coli determinada en laboratorio bajo procesos presuntivos o confirmativos, ambos de carácter probabilístico; de aquí que se informe su presencia como número más probable (NMP) en un volumen de 100 mililitros de agua : NMP/100 mL.

### 3.3. Descripción de algunos parámetros con significado ecológico.

#### 3.3.1. Parámetros físicos

##### A) Temperatura

El agua superficial tiende a adquirir la temperatura del ambiente. Está sujeta al clima local, época del año y hora del día. También influye la profundidad.

Variaciones anómalas pueden indicar alteración por contaminación pudiéndose afectar las actividades biológicas, la solubilidad de los gases y la viscosidad del agua que influye sobre la sedimentación. Generalmente se detecta por un incremento respecto a la media, pues los desechos casi siempre tienen temperaturas más elevadas que la del agua de la localidad.

La medición de la temperatura debe hacerse en el sitio mismo del muestreo.

##### B) Color

El color del agua es muy variado de una corriente a otra; debe distinguirse entre la coloración natural y la artificial provocada por desechos contaminantes. Se puede medir directamente en campo empleando comparadores referenciados a las unidades de la escala platino-cobalto.

Para fines prácticos y ecológicos es necesario hacer una descripción del color que proporcione una idea de su origen o causa.

### C) Olor

Hay olores característicos en los mares, lagos, ríos, canales y emisores de aguas residuales. La intensidad del olor es muy variable y los procedimientos analíticos no son satisfactorios para medirlo, teniéndose que confiar en el sentido del olfato. La medición del olor es compleja en laboratorio; sin embargo, una descripción y evaluación sencilla efectuada en campo, puede ser suficiente para estudios ecológicos. Basta indicar a qué huele y su intensidad en grados que van de ligero a ofensivo.

### D) Turbiedad

La turbiedad también puede ser medida en campo empleando el disco de Secchi o un alambre de platino. En ambos casos, la escala se relaciona con la profundidad a la que desaparece la imagen del disco o el brillo del alambre. La escala original de turbiedad se basa en el contenido de sílice en un volumen determinado de agua destilada; la medida se realiza con el turbidímetro de Jackson o con otros instrumentos, teniendo cuidado de mencionar la escala a la cual está referenciada (véase tabla anexa).

La turbiedad está muy ligada al desarrollo de la vida acuática en los lagos o embalses, al grado de que si es muy alta, puede inhibirla en su totalidad.

### E) Residuos

Un parámetro fundamental lo constituye el contenido de sólidos en el agua. Es indispensable conocer la naturaleza del residuo para determinar su origen; es una manera de distinguir entre la materia mineral y la orgánica que contiene el agua.

Los sólidos totales se componen de los filtrables y los no filtrables, denominados también como disueltos y suspendidos respectivamente; a su vez, cada uno de ellos se subdivide en fijos y volátiles. Es uno de los parámetros indispensable para proyectar las plantas de tratamiento de aguas residuales, es decir, las instalaciones donde se cambian las características contaminantes del agua para su uso o destino final.

La cantidad presente de residuos se refleja en otros parámetros tales como la turbiedad y la conductividad eléctrica.



## F) pH

Ecológicamente el pH tiene importancia porque de sus variaciones se puede precisar la marcha de muchos fenómenos biológicos. En las aguas dulces su valor oscila entre 6.5 y 8.7. En lagos alcalinos con gran cantidad de carbonato sódico se pueden hallar valores superiores a 9.0. La vegetación en tales aguas es pobre o prácticamente inexistente; ésto no impide la abundante población de fauna que se alimenta de materia orgánica absorbida de las partículas de arcilla arrastrada por erosión.

## G) Conductividad eléctrica

Mide la concentración de electrólitos; se relaciona con la concentración de sólidos disueltos y es proporcional a otros muchos parámetros como pH, turbiedad, color y temperatura.

### 3.3.2. Parámetros químicos

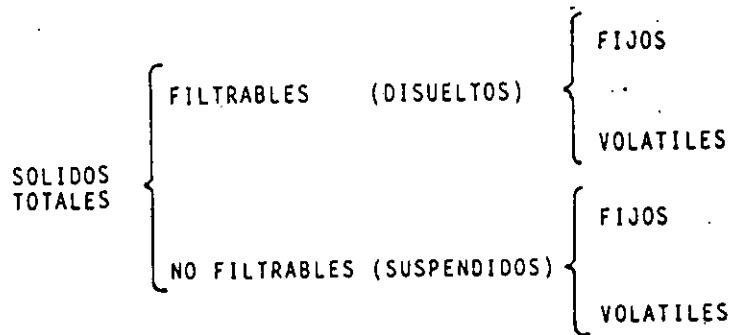
#### A) Oxígeno disuelto

La presencia de oxígeno en el agua es indispensable para que se lleve a cabo el proceso aerobio de descomposición de la materia orgánica, además de que es vital para el mantenimiento de la vida piscícola.

Los peces viven en aguas cuyo contenido de oxígeno disuelto (OD) sea igual o mayor a 5 mg/L. En caso de un menor contenido, por ejemplo 4.0 mg/L, el pez solo puede sobrevivir por corto tiempo si no vuelve a un sitio más oxigenado. El oxígeno disuelto es consumido por la materia orgánica en su proceso de descomposición; de aquí la importancia de evitar altas concentraciones de contaminación en sitios de explotación piscícola.

La cantidad presente en el agua está sujeta a las leyes físicas para líquidos y gases, en las que intervienen en forma notoria la presión y la temperatura. Por lo mismo, la saturación de OD en el agua dulce al nivel del mar y a 20 grados centígrados de temperatura, es de 9.17 mg/L; a la misma temperatura pero a 2200 metros sobre el nivel del mar como está ubicada la ciudad de México, la cantidad de OD es de 7.0 mg/L. Claramente se observa lo crítico que resulta alterar las condiciones del agua considerando este parámetro.

Las tablas que se anexan pueden ser de utilidad para conocer los valores de la solubilidad del oxígeno a distintas presiones y temperaturas.



TURBIEDAD CON EL ALAMBRE DE PLATINO

TURBIEDAD ppm	PROFUNDIDAD m	TURBIEDAD ppm	PROFUNDIDAD m	TURBIEDAD ppm	PROFUNDIDAD m
7	1 095	28	314	120	86
8	971	30	296	130	81
9	973	35	257	140	76
10	794	40	228	150	72
11	729	45	205	160	68.7
12	674	50	187	180	62.4
13	627	55	171	200	57.4
14	587	60	158	250	49.1
15	551	65	147	300	43.2
16	520	70	138	350	38.8
17	493	75	130	400	35.4
18	468	80	122	500	30.9
19	446	85	116	600	27.7
20	426	90	110	800	23.4
22	391	95	105	1 000	20.9
24	361	100	100	1 500	17.1
26	336	110	93	2 000	14.8
				3 000	12.1

Fuente: Whipple (1954)

SOLUBILIDAD DEL OXIGENO EN AGUA DULCE  
A NIVEL DEL MAR

(cantidad de OD en el agua pura)

T (C)	OD (mg/l)	T (C)	OD (mg/l)	T (C)	OD (mg/l)
0	14.62	10	11.33	20	9.17
1	14.23	11	11.08	21	8.99
2	13.84	12	10.83	22	8.83
3	13.48	13	10.60	23	8.68
4	13.13	14	10.37	24	8.53
5	12.80	15	10.15	25	8.38
6	12.48	16	9.95	26	8.22
7	12.17	17	9.74	27	8.08
8	11.87	18	9.54	28	7.92
9	11.59	19	9.35	29	7.77
				30	7.63

Fuente: Whipple (1954)

## B) Nitrógeno y fósforo

Junto con el carbón, el nitrógeno y el fósforo, forman los principales componentes de la materia viva; el número de átomos se hallan en relación de 100:14:1 en el orden enunciado. No obstante que el fósforo entra en proporción menor, es él que representa el factor de mayor limitación por su escasa distribución.

El nitrógeno molecular es fijado por bacterias cianofíceas por lo que su interrelación resulta de gran importancia para los usos agrícolas. El fósforo proviene de la disgregación y lavado de las rocas que lo contienen y puede alterarse su contenido a causa de los desperdicios que le llegan al agua a través de los efluentes domésticos.

## C) Detergentes

Los componentes de los detergentes sintéticos son los surfactantes que pueden clasificarse según su ionización en el agua en aniónicos, catiónicos y no iónicos. Entre los detergentes aniónicos destaca el alquil-bencil-sulfonato, conocido con las siglas ABS que es uno de los más difíciles de desdoblar por acción biológica. Pasa por las plantas de tratamiento más del 50 por ciento del que llega. Concentraciones tan pequeñas como 1.0 mg/L causan espuma en un río. La tendencia a formar espuma es mayor en aguas limpias y mientras más humedad ambiental exista.

El análisis de laboratorio que da a conocer la cantidad de detergente en el agua, emplea la propiedad de los detergentes para reaccionar con el azul de metileno, de aquí que se le conozca a la prueba como SAAM: sustancias activas al azul de metileno.

Algunos detergente tienen una estructura molecular recta del grupo alquil que son fácil y rápidamente oxidables bioquímicamente como el denominado LAS.

## D) Demanda química de oxígeno

Es una prueba muy útil para detectar contaminación de origen industrial; valora todo lo que es oxidable incluyendo a la materia orgánica.

Es una prueba que va aparejada a la demanda bioquímica de oxígeno y que en algunas ocasiones se toma como parámetro de proyecto en substitución de esta última en las plantas de tratamiento.

Aunque ambos parámetros están muy relacionados, no se ha encontrado una correspondencia entre ellos.

### 3.3.3. Parámetros biológicos

#### A) Demanda bioquímica de oxígeno

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno requerida por la materia orgánica disuelta para su descomposición biológica en condiciones aeróbicas en un tiempo y a una temperatura determinados.

Como la prueba de la DBO se basa en la cantidad de oxígeno consumida por la materia orgánica, es natural que conforme pasa el tiempo se va agotando el que contiene el agua; si se mantiene una temperatura constante para no modificar la actividad biológica, esta relación da como resultado un avance que en una primera parte obedece a una ley matemática en la que se define un límite para el consumo; es decir teóricamente se convierte esa primera parte en una curva asintótica al consumo máximo de oxígeno. La ecuación es:

$$y = L (1 - e^{-kt})$$

y = DBO a cualquier tiempo en mg/L

L = demanda última de oxígeno (DBO<sub>∞</sub>) en mg/L

k = constante de velocidad de reacción en día<sup>-1</sup>

t = tiempo en días

La DBO como parámetro de laboratorio, se da a 20 °C de temperatura y a 5 días de incubación. La ecuación da oportunidad de conocer otras condiciones de tiempo y temperatura. Bajo condiciones normales de tiempo y temperatura, se asegura que la DBO sigue la ley matemática anterior.

Si se siguiera graficando el consumo de oxígeno con respecto al tiempo manteniendo una temperatura constante, se obtendría una distorsión para continuar con otra curva de difícil predicción. Para diferenciarlas se les denomina a la primera, fase de descomposición carbonácea por ocurrir principalmente la oxidación de este elemento y a la segunda, fase de descomposición nitrogenada, por tomar parte principal la oxidación de los compuestos de nitrógeno.

Las figuras siguientes muestran esquemáticamente esto. El cuadro anexo, indica la relación de la DBO normal a los valores que se tendrían bajo otras condiciones de tiempo y temperatura.

La línea quebrada del cuadro, muestra la posible separación de las dos etapas. El región final contiene los porcentajes del valor último de la primera etapa (L).



FIGURA Nº 10. Frasco para determinar OD.

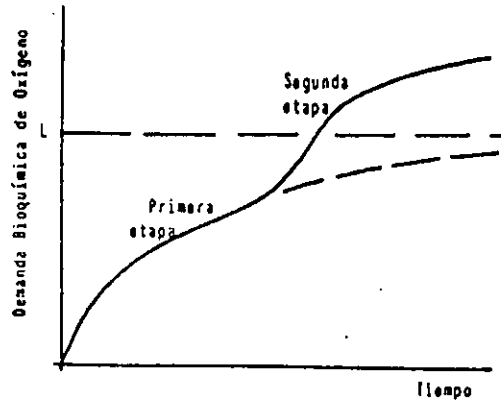


FIGURA Nº 11. Progreso de la DBO

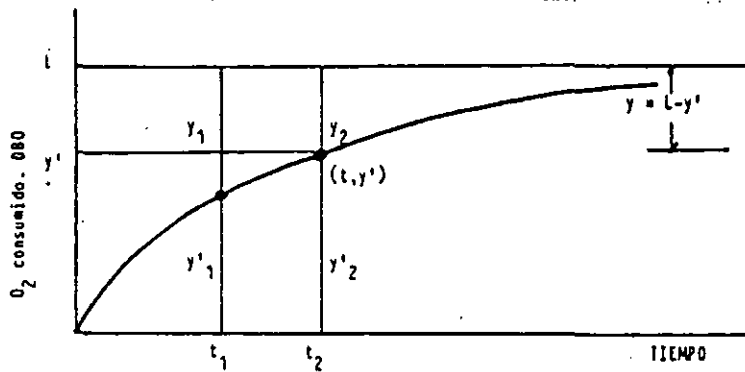


FIGURA Nº 12. Demanda bioquímica de oxígeno.

PROPORCIÓN DE LA DBO RESPECTO A LA  
CONDICIÓN BÁSICA

Tiempo (días)	Temperatura (°C)						
	5	10	15	20	25	30	35
1	0.11	0.16	0.22	0.30	0.41	0.54	0.70
2	0.21	0.30	0.40	0.54	0.71	0.91	1.14
3	0.31	0.41	0.56	0.73	0.93	1.17	1.42
4	0.38	0.52	0.68	0.88	1.11	1.35	1.60
5	0.45	0.60	0.79	1.00	1.23	1.47	1.71
6	0.51	0.68	0.88	1.10	1.31	1.56	1.78
7	0.57	0.75	0.95	1.17	1.40	1.62	1.82
8	0.62	0.80	1.01	1.23	1.45	1.66	1.85
9	0.66	0.85	1.06	1.28	1.49	1.69	1.87
10	0.70	0.90	1.10	1.32	1.52	1.71	1.88
12	0.77	0.97	1.17	1.37	1.56	1.73	1.89
14	0.82	1.02	1.21	1.40	1.58	1.74	1.90
16	0.85	1.06	1.24	1.43	1.59	1.75	---
18	0.90	1.08	1.27	1.44	1.60	1.76	---
20	0.92	1.10	1.28	1.45	1.61	---	---
25	0.97	1.14	1.30	1.46	---	---	---
primera etapa	1.02	1.17	1.32	1.46	1.61	1.76	1.90

Fuente: Unda Opazo (1969)

## B) Bacteriología

Con el examen bacteriológico del agua, se obtiene de una manera aproximada, el número total de bacterias, pudiéndose comprobar la presencia o ausencia de las de origen intestinal. La investigación se realiza detectando ciertos microorganismos característicos excretados por animales de sangre caliente incluyendo al hombre, que sirven como indicadores de contaminación por efluentes de aguas residuales. Entre los organismos seleccionados para este objeto, está el grupo de bacterias coliformes que tienen su desarrollo natural en el intestino de los humanos; también el Streptococcus faecalis es indicador de la contaminación fecal del agua.



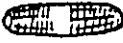






Las determinaciones realizadas en laboratorio, se procesan estadísticamente para obtener finalmente un número de bacterias del grupo coliforme presentes en la muestra. Esta cantidad se denomina como número más probable (NMP) que puede ser presuntivo o confirmativo según el carácter de la investigación.

## C) Microscopía

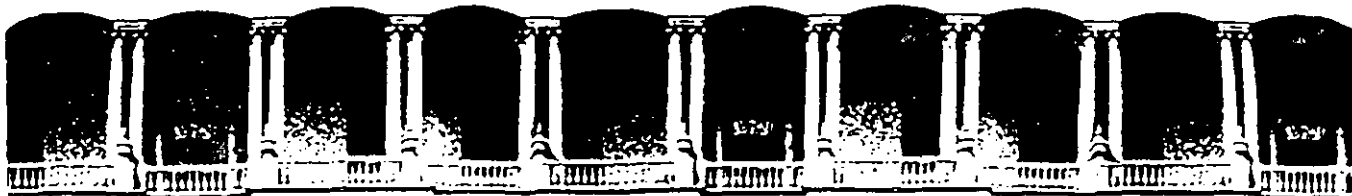
En el caso de aguas superficiales, el análisis microscópico lleva a la determinación y cuantificación del plancton, debiéndose considerar la ubicación y condiciones ambientales del cuerpo de agua del que se toma la muestra; además influye la época del año en que se haga la observación. En los lagos de agua dulce, después de la mezcla vertical de otoño (a causa del cambio térmico del agua), suelen desarrollarse grandes poblaciones de pequeños flagelados formados en general por monas así como por diatomeas que requieren un movimiento vertical del agua para permanecer en suspensión. Algún tiempo después se desarrollan variedades de crisofíceas y diatomeas. En etapas posteriores se encuentran diversos organismos capaces de mantenerse nadando en el seno del agua y otros que flotan gracias a gotas de grasa o vacuolas llenas de gas. Estos últimos organismos aparecen cuando el agua ya se ha estabilizado; es decir, durante el verano y a finales del mismo. Al llegar el otoño la mezcla vertical pone fin a esta sucesión y se inicia otra.

Si el agua contiene pocos microorganismos, se concentra la muestra mediante centrifugación o usando equipos especiales como el de Sedgwick Rafter. La observación se hace en la celda de enumeración, que es un receptáculo que contiene un mililitro de la muestra concentrada, auxiliándose con el micrómetro ocular de Whipple para medir y para delimitar los campos de observación.

FIGURA N° 16  
 PLANCTON OBSERVADO EN LA LAGUNA  
 DE SANTIAGUILLO, DGO. 1978

Nombre	Figura	Características
<i>Amphipleura pellucida</i>		Crisofita. Se encuentra a menudo en aguas con bajos contenidos de Ca y Mg y con pH abajo de 7.
<i>Frustulia rhomboides</i>		Crisofita. Aunque de la misma familia que la <i>Amphipleura</i> evita bajas concentraciones de Ca y Mg y aguas ácidas.
<i>Caloneis amphisbaena</i>		Crisofita. De la misma familia que las anteriores, vive tanto en aguas dulces como saladas.
<i>Euglena convoluta</i>		Euglenofita. Activa oxigenadora por contener gran cantidad de clorofila; vive de preferencia en aguas con fondos psamíticos.
<i>Glenodium cinctum</i>		Pirrofita. Son muchas las especies que viven en lagos y aguas con bajas velocidades.
<i>Mallomonas caudata</i>		Crisoficea. Propia de los lagos pero de aguas sucias.
<i>Hypotrichidium conicum</i>		Ciliofora. Muchos de este género son de aguas marinas, pero este prefiere las aguas dulces algo salobres.
<i>Keratella americana</i>		Rotifera. La cola larga indica aguas poco profundas; son muy resistentes a aguas con altas variaciones de pH, CO <sub>2</sub> , Ca y HCO <sub>3</sub> .
<i>Diffugia limnetica</i>		Protista. Se encuentra por estaciones anuales por sus temperaturas preferidas de 15° a 20° C. En invierno es rara.

Fuente: Murguía (1978)



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

***CURSOS ABIERTOS***

***EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL***

***APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS  
Del 31 de agosto al 11 de septiembre de 1992***

***6. AFECTACIONES A LA CALIDAD DEL AGUA***

***ING. ERNESTO MURGUIA VACA***

***AGOSTO-SEPTIEMBRE-1992***



# ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS

A New Dimension in  
Decision Making

R.K. Jain, Ph. D. L.V. Urban, Ph. D.  
G.S. Stacey, Ph. D.

Van Nostrand Reinhold Environmental Engineering Series



VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY  
NEW YORK CINCINNATI ATLANTA DALLAS SAN FRANCISCO  
LONDON TORONTO MELBOURNE

Tomado para el desarrollo del tema:

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

Presente:

Ernesto Murguía Vaca

## WATER

Water means different things to different people. A particular definition depends, in large measure, on the personal uses to which water is put by the definer. Water may be considered an absolute necessity to sustain life and a necessary resource for all economic activity by some, and yet a refuge for biological pests and nuisances by others.

Pollution of water is impairment of water quality by man's activity causing an actual hazard to public health or impairment of beneficial use of water.

The water environment is an intricate system of living and nonliving elements. Physical, chemical, and biological factors influencing water quality are so interrelated that a change in any water quality parameter triggers other changes in a complex network of interrelated variables. Often it is difficult to categorize the nature of these interrelationships that may result from man's activity and influence on the entire water system.

To simplify analysis in the area of water, attributes of similar nature have been grouped together. This grouping was done with the following objectives. The list of selected attributes should be:

- (1) As compact as possible
- (2) Equally applicable to surface and groundwater quality

- (3) Representative of comprehensive water quality indicators
- (4) Measurable in the field
- (5) Relevant to the spectrum of major activities
- (6) Capable of being measured on a project scale.

*Self-Purification of Natural Waters.* All natural waters have the capability to assimilate certain amounts of waste without apparent effect upon the environment. The process by which self-purification is achieved is different for surface water and groundwater systems. Both types of water systems are briefly described below.

*Surface Water System.* Some minor degradation of surface water quality may be overcome by the natural capacity of water bodies for withstanding certain insults. Such natural capacity is a result of dilution, sedimentation, flocculation, volatilization, biodegradation, aeration, aging, and uptake by organisms. The effects of relatively small amounts of waste are mitigated and the water system recovers itself. If the waste load is excessive, even for a short period, the effects may be devastating. The process of self-purification in surface waters is a complex phenomenon. Readers are referred to several excellent sources of information.<sup>4,5,6</sup>

*Groundwater System.* Pollution of groundwater systems is relatively difficult. Contaminants have to travel through a soil column before any pollution is caused. Many soils have the capacity to mitigate manifold types of wastes. The processes by which waste is purified in the soil column are aerobic and anaerobic decomposition, filtration, ion exchange, adsorption, absorption, etc. The process of dilution also reduces the concentration of contaminants.

Many contaminants are frequently removed during movement of water through the soil (unless the groundwater is directly contaminated by fissure cracks, leaks, pipes, or holes). Examples of such contaminants are microorganisms, organic matter, and turbidity. Only dissolved solids and gases are of significant importance in groundwater pollution. These contaminants, as discussed later, cause taste, odor, and physiological effects.

When groundwater becomes contaminated, water purification is a difficult problem. Due to the relatively low flow rates of groundwater systems, pollutants are not readily diluted, and thus, tend to remain localized problems for a period of time. There is also a considerable lag in time before that pollution becomes noticeable in a groundwater system. As a result, today's activity may show impact only after several years.

*Description Selected Water Quality Attributes.* Fourteen attributes define potential effects on water quality from the basic activities associated

with Army programs. These attributes, in three major categories, physical, chemical, or biological, are outlined below.

- I Physical
  - A. Aquifer safe yield
  - B. Flow variations
  - C. Oil
  - D. Radioactivity
  - E. Suspended solids
  - F. Thermal pollution
- II Chemical
  - A. Acid and alkali
  - B. Biochemical oxygen demand (BOD)
  - C. Dissolved oxygen (DO)
  - D. Dissolved solids
  - E. Nutrients
  - F. Toxic compounds
- III Biological
  - A. Aquatic life
  - B. Fecal coliforms

Table B-4 is a summary table indicating the 14 water quality attributes, conditions contributing to each, and a useful scale of impacts.

### Aquifer Safe Yield

*Definition of the Attribute.* Aquifer\* safe yield describes the general availability of the total groundwater system to supply water for human uses without the ultimate depletion of the aquifer. Aquifer safe yield includes all physical attributes of aquifer, which are porosity, permeability, transmissibility (which is permeability times thickness of the aquifer), and storage coefficient.

*Activities that Affect the Attribute.* Many human activities affect the aquifer yield. The aquifer safe yield (available water resource) may decrease due to overpumping or by restricting this movement of water into or through the aquifer. During overpumping as a result of turbulences in the well bore, fine-grained material moving near the well causes a decrease in water movement toward the well. Land use patterns may significantly reduce the water percolation into the ground. Also, improper waste injection may cause clogging of the formation due to suspended solids or bacterial action.

\*An aquifer may be defined as an earthy material capable of yielding water to a usable quantities.

TABLE B-4. Selected Attribute and Environmental Impact Categories

Selected Attributes	Observed Condition	Environmental Impact Category <sup>(1)</sup>				
		1 (Most Desirable)	2	3	4	5 (Least Desirable)
<i>Physical</i> Aquifer safe yield <sup>(2)</sup>	Changes occurring in physical attributes of aquifer (porosity, permeability, transmissibility, storage coefficient, etc.)	No change	No change	Slight change	Significant change	Extensive change
Flow variation <sup>(3)</sup>	Flow variation attributed to activities; ( $Q_{max}/Q_{min}$ )	None	None	Slight	Significant	Extensive
Oil <sup>(4)</sup>	Visible silvery sheen on surface, oily taste and odor to water and/or to fish and edible invertebrates, coating of banks and bottom or tainting of attached associated biota	None	None	Slight	Significant	Extensive

Radioactivity <sup>(4)</sup>	Measured radiation limit $10^{-7}$ micro curie/ml	Equal to or less	Equal to or less	Exceed limit	Exceed limit	Exceed limit
Suspended solids <sup>(3)</sup>	1. Sample observed in a glass bottle	Clear	Clear	Fairly clear	Slightly turbid	Turbid
	2. Turbidity in Jackson turbidity units	3 or less	10	40	60	140
	3. Suspended solids mg/l	4 or less	10	15	20	35
Thermal discharge <sup>(3)</sup>	Magnitude of departure from natural condition C	0	2	4	6	10
<i>Chemical</i> Acid and alkali <sup>(4)</sup>	Departure from natural condition, pH units	0	1	2	3	4
BOD <sup>(4)</sup>	mg/l	1	2	3	5	10
DO <sup>(3)</sup>	% saturation	100	85	75	60	Low
Dissolved solids <sup>(4)</sup>	mg/l	500 or less	1000	2000	5000	High
Nutrients <sup>(3)</sup>	Total Phosphorus mg/l	0.02 or less	0.05	0.10	0.20	Large
Toxic compounds <sup>(4)</sup>	Concentration mg/l	Not detected	Traces	Small	Large	Large
<i>Biological</i> Fecal coliforms <sup>(4)</sup>	Number per 100 ml	50 or below	5000	20,000	250,000	Large

TABLE B-4. (Continued)

Selected Attributes	Observed Condition	Environmental Impact Category(1)				
		1 (Most Desirable)	2	3	4	5 (Least Desirable)
Aquatic life(2)	Green Algae  Grey Algae Delicate fish; trout, grayling Coarse fish; chub, dace, carp, roach Mayfly naiad, stonefly nymph  Blood worm, sludge worm, midge larvae, rat-tailed maggot, sewage fly larvae and pupa	Scarce  Scarce May be plentiful May be present May be plentiful May be absent	Moderate quantities in shallows Scarce Plentiful  Plentiful  Plentiful  Scarce	Plentiful in shallows Scarce Probably absent Plentiful  Scarce  May be present	Abundant  Present Scarce Scarce  Absent  Plentiful	Abundant  Plentiful Absent Absent  Absent  Abundant

Notes: (1) Environmental Impact Category: Category 1 indicates most desirable condition; Category 5 indicates extensive adverse condition. Because all attributes are related to environmental quality between 0 and 1 it is possible to compare different attributes and five categories on a common base. Each category is equivalent to approximately 20% of overall environmental quality. In the physical sense, water quality for five categories will be very clean, clean, fairly clean, doubtful and bad. Environmental impact may be adverse or favorable. Adverse impact will deteriorate the environmental quality while favorable impact will improve the quality. Proper signs and weights must be used to achieve overall effects.  
 (2) Applies to ground water systems only.  
 (3) Applies to surface water systems only.  
 (4) Applies to both the ground water and surface water.

Leaching of landfills may also clog the pores. All these factors decrease transmissibility of an aquifer and result in decreased aquifer safe yield. In regions dependent upon groundwater for water supplies, a decrease in safe yield could be highly undesirable. Lowering of the water table may cause public controversy, even in regions almost wholly dependent upon surface waters as a water supply. In coastal regions, uncontrolled water pumping from the ground may reverse the normal seaward gradient of the water table and permit saltwater to move inland and contaminate the aquifer.

Many activities may increase water availability due to increased water entering the system, which may result in raising of the water table accompanied by increased aquifer safe yield. Examples of such activities are water impoundment and reservoir construction and changes in topography to increase percolation. High water table is often accompanied by water-logging problems in soils and water problems during excavation.

*Source of Effects.* As discussed above, many activities may upset the aquifer yield by directly or indirectly altering physical factors such as permeability, porosity, and ground surface conditions. The effects may be damaging and reduce potential groundwater resources.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* Maximum safe yield is measured in thousands of acre-feet of water withdrawn in a unit of time (usually in a year); the method of measurement is based upon several techniques which all utilize extensive pumping tests.

*Evaluation and Interpretation of Data.* Knowledge concerning the relationship between degree of change in aquifer safe yield and the environmental impact is extremely limited. It would not be possible at this time to make any quantitative judgement. However, since the reasonable environmental goal is to minimize the impact, a qualitative judgment can be made relating to deviation from the natural condition. Table B-4 summarizes five degrees of environmental impacts based upon the qualitative judgments.

*Geographical and Temporal Limitations.* Impacts related to aquifer safe yield are most likely to occur in areas (1) with high dependency on groundwater for supply; (2) with a high water table; or (3) with significant seasonal precipitation and subsequent infiltration. Local U. S. Geological Survey offices are excellent data sources for groundwater information.

*Mitigation of Impact.* All activities likely to change the physical nature of the aquifer, to affect land surface runoff and percolation, and, in general, to increase or decrease water availability to the aquifer should be carefully controlled. Included are land use pattern, landfilling, lagoo reservoir

construction, deep well injection, and pumping rate. Complete tests should be made to investigate the existing groundwater hydrology and correctional techniques, as they relate to land slope and topography; surface area; reservoir, lagoon, and landfill lining; and deep well injection. Pumping rates may be adjusted to minimize the impact.

*Secondary Effects.* Alterations in aquifer safe yield can be related to other attributes in terms of secondary impacts. Aside from being a community need, a safe, dependable water supply is necessary for community and for regional economic stability. It can affect land use patterns as well, since it is a factor in domestic, industrial, and agricultural requirements.

### Flow Variations

*Definition of the Attribute.* The velocity of flow and discharge are extremely important to aquatic organisms in a number of ways, including the transport of nutrients and organic food past those organisms attached to stationary surfaces; the transport of plankton and benthos as drift, which in turn serve as food for higher organisms; and the addition of oxygen to the water through surface aeration. Silts are moved downstream and sediments may be transported as bed load. These, in turn, are often associated with major nutrients, such as nitrogen and phosphorus, which may be released at some point downstream.

Natural flow variations are, therefore, critical factors governing the type of ecological system that will develop and survive in a given watercourse. If the pattern of stream-flow variation is changed markedly from that which is natural, subsequent disruption of the natural ecology may result.

*Activities that Affect the Attribute.* Major activities that may influence stream flow include reservoir projects, and changing the ground surface and topography for different types of land use projects. This may include site clearing, earthwork and borrowing, paving of land areas, and building construction. Other activities include modification of vegetation, which can lead to altered runoff patterns, and water use changes in withdrawal and return flow rates.

*Source of Effects.* Reservoir projects may be flood control (that reduces high flows), power generation (that minimizes low flow conditions), or any desired use that alters the flow pattern of the stream. The land use project alters the runoff, percolation, and evaporation in the drainage basin. These changes may increase or decrease the runoff. Other attributes affected by such activities are suspended solids and nutrients in the watercourses; they may, in turn, affect the population of photosynthetic organisms, and thus,

the food chain. Direct flow variations are caused by fluctuating municipal, industrial, and/or agricultural demands and the return flows from these users.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* Flow measurement is relatively simple. Many types of automatic flow-measurement devices that can be installed in a selected reach of a watercourse are commercially available. The unit of flow measurement is cubic feet per second (CFS).

*Evaluation and Interpretation of Data.* If flow variations are rapid and extensive, more disruption to natural ecology results. However, due to lack of information, classification of water cannot be made on the basis of qualitative measurement. Five degrees of environmental impact are summarized in Table B-4. This classification is based upon qualitative or observed conditions.

*Special Conditions.* Flow variations become most significant at the extreme conditions—low flows and high flows. Under low flow conditions, the natural assimilative capacity of a given stream is greatly reduced, and the adverse effects of natural and man-induced waste loads are most critical. At high flows, physical damage due to flooding and inundation of vegetation becomes of major concern.

*Geographical and Temporal Limitations.* Low flow considerations are of importance on all streams; however, they warrant particular consideration in areas which typically experience prolonged periods of drought. These periods frequently coincide with summer, when biological activity is high, and dissolved oxygen content in streams is at a minimum, thus compounding the significance of the problem.

Impacts associated with high flow conditions are most likely to occur in areas and climates with conditions conducive to flooding.

*Mitigation of Impact.* All activities such as land use projects and water impoundment and operation should be given consideration to minimize flow variations from the mean natural flow.

*Secondary Effects.* Man-induced flow variations may have secondary impacts in ecology, land use patterns, and in the socioeconomic realm. Many species of plant and animal life are sensitive to flow variations and require specific ranges of flow conditions. Floodplain development can be a function of the degree of control over flow variations. Economic losses are felt through flooding of agricultural as well as built-up areas, and adverse psychological effects are apparent when there are threats of flood.

## Oil

*Definition of the Attribute.* Oil slicks are barely visible at a concentration of about 25 gallons/square mile. At about 50 gallons per square mile, an oil film is about  $3.0 \times 10^{-6}$  inch thick and is visible as a silvery sheen on the surface. Oil is destructive to aquatic life in the following ways:

- Free oil and emulsions may coat and destroy algae and plankton
- Heavy coating may interfere with the natural processes of reaeration and photosynthesis
- Water-soluble fractions may exert a direct toxic action
- Settleable oil substances may coat the bottom, destroy benthic organisms, and interfere with spawning areas.

*Activities that Affect the Attribute.* Major activities responsible for oil pollution include bilge and ballast waters from ships; oil refinery wastes; industrial plant wastes such as oil, grease, and fats, and lubrication of machinery; gasoline filling stations; bulk stations; and accidental spills.

*Source of Effects.* Oil may reach natural waters by direct discharge or by surface runoff. Direct discharge may occur from bilge and ballast waters or by accidental spill from barges or tankers. Indirect oil release may occur from surface runoff or storm sewers, or combined sewer overflows. In all cases, damage could be severe and long lasting. Water quality parameters affected by oil discharge are dissolved oxygen, general appearance, and taste and odor.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* Dissolved or emulsified oil or grease is extracted from water by intimate contact with various organic solvents. The results are expressed in mg/l oil or grease. Other measurements are qualitative and include (1) visible oil slick, (2) oily taste and odor of fish and edible invertebrates and (3) coating of banks and bottom or tainting of associated biota. Quantitative measurement of oil and grease is by extraction in a separating funnel with either trichlorotrifluoroethane or petroleum ether. The technique is used as routine analysis in water and wastewater analysis.

*Evaluation and Interpretation of Data.* Due to lack of information, classification of water cannot be made on the basis of quantitative measurement or concentrations. Five degrees of water impacts are summarized in Table B-4 on the basis of qualitative or observed conditions.

*Mitigation Impact.* Oil pollution can be minimized by controlling all direct discharges into natural waters. Surface runoff from oil handling areas

should be treated for oil separation before discharge into the environment. If oil wastes are combined with sanitary sewage, oil separation will be necessary at the wastewater treatment facility. Lagooning of oil wastes and land disposal of oily sludges should be restricted in order to avoid possible contamination of the groundwater system.

*Secondary Effects.* Secondary effects of oil discharges are manifested through impacts on aquatic ecology and waterfowl, economic loss through decreased recreational desirability, and lowered property values if the discharges become frequent. Increased activity in exploration, production, and transportation of petroleum can increase controversy, divide communities, alter land use patterns, and indirectly affect public and private land markets—whether or not any actual spills take place.

## Radioactivity

*Definition of the Attribute.* Ionizing radiation, when absorbed in living tissue in quantities substantially above that of natural background, is injurious. It is, therefore, necessary to prevent excessive levels of radiation from reaching any organism, be it human, fish, or invertebrate.

*Activities that Affect the Attribute.* Human activities responsible for radiation hazards are application of nuclear methods in power development, industrial operation, medical laboratories, research and development, nuclear weapon testing, and radiation warfare. In all applications, radioactive substances may be released accidentally, by inadequately planned and controlled activity, or by disposal of radioactive wastes.

*Source of Effects.* Radioactivity, once released to the aquatic environment, may (1) remain in solution or in suspension, (2) precipitate and settle to the bottom, or (3) be taken up by plants and animals. Immediately upon introduction of radioactive materials into the water, the wastes may become diluted by dispersion or may become concentrated by the process of biological magnification.\*

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* The measure of radioactivity is the curie, the quantity of any radioactive material in which the disintegrations per second are  $3.7 \times 10^{10}$ ; this is a large amount of radioactivity. Two smaller units, microcurie ( $10^{-6}$  curie) or picocurie ( $10^{-12}$  curie or 2.22 disintegrations per minute), are often used. Radioactive waste can be

\*This is a process by which some substances become concentrated instead of diluted with each link in the food chain.

diluted in water to below the allowable limit. The allowable limit of radiation in natural water is taken as  $10^{-7}$  microcurie per ml when the activity is caused by an unknown mixture of beta- and gamma-emitting isotopes.

Measurement techniques are not difficult because radiation-counting equipment of high sensitivity and stability is commercially available.

*Evaluation and Interpretation of Data.* It is not easy to determine the long-term effects of the radiological wastes upon aquatic life. For this reason, and as a practical matter, radioactivity exceeding the allowable limit of  $10^{-7}$  microcurie per ml may be considered detrimental to human health and aquatic life. Five classes of water impacts are given in Table B-4.

*Special Conditions.* Special precautions should be taken to prevent radioactive materials from entering ground or surface waters to be used for supply, fish production, or recreation.

*Mitigation of Impact.* Release of radioactive wastes from radiation facilities must be monitored and controlled. Radioactivity in sewage after treatment is reduced in unknown amounts through concentration in sludge. However, sludge disposal becomes a difficult problem. Therefore, waste containing radioactivity should be treated separately by means of de-watering procedures, and solids or brine should be disposed of by special care (deep well injection or containment). Fallout of radioactive dust will induce radioactivity in surface runoff, the treatment of which is a difficult task. All efforts should, therefore, be made to minimize release of radioactivity into the environment.

*Secondary Effects.* While it is generally understood that aquatic organisms are relatively tolerant of radioactive materials, little is known of the mechanism of concentrating radioactive elements by these organisms and the effect this might have on human or other consumer organisms. Whereas there have been few cases of actual radioactive contamination of water resources, the fear of such contamination actually has had much greater impact. These fears have resulted in controversy, altered land use patterns, and have had other socioeconomic effects.

## Suspended Solids

*Definition of the Attribute.* Suspended solids are solids contained in water which are not in solution. They are distinguished from dissolved solids by laboratory filtration tests. Suspended solids comprise settleable, floating (specific gravity lower than water), and nonsettleable (colloidal suspension) components. These may contain organic (volatile suspended solids) or inert

(nonvolatile) substances. Turbidity may be caused by a wide variety of suspended materials, ranging in size from colloidal particles to a coarse dispersion, depending upon the turbulence.

Suspended solids are perhaps of greatest significance from the standpoint of aesthetics. Natural waters may contain wide variations of suspended solids. These may be due to clay, silt, silica, organic matter, microorganisms, or sewage. Suspended solids may be undesirable in many ways. In public water supplies, turbid water is difficult and costly to filter. Disinfection may require higher chemical dosages if the water is turbid. Also, excessive suspended solids can be harmful to fish and other aquatic life by coating gills, blanketing bottom organisms, reducing solar radiation intensity, and, thus, affecting the natural food chain. In stream pollution-control work, all suspended solids are considered to be settleable solids, because eventually (by bacterial decomposition and chemical flocculation) those solids are deposited.

*Activities that Affect the Attribute.* Activities directly responsible for suspended-solids release are dredging, wastewater discharge, construction of hydraulic structures, and gravel washing. Activities that indirectly affect suspended solids result from land use: site clearing, surface paving, building construction, landscaping, and mine tailings. All change the surface runoff pattern, which, in most cases, increases the storm flow. Suspended-solid load in the surface runoff may change considerably due to erosion. Also, flow variations in streams may change the bed load and solids transport.

*Source of Effects.* As discussed above, many activities will increase or decrease the suspended-solid condition in natural waters. It may be mentioned that many times this effect may be temporary. For example, dredging may increase suspended solids during operation. After completion of dredging, the channel may become deeper and wider; thus, dredging may actually reduce velocity and encourage settling. Likewise, many other activities, such as construction, site clearing, and excavation may have effects that should be evaluated as long-term or short-term effects.

Many water quality attributes may be affected by change in suspended solid condition. These include DO (due to increase in photosynthesis), nutrient enrichment, and direct deleterious effect to fish and other aquatic life by coating gills or blanketing bottom organisms, for example.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* Settleable suspended solids are measured in mg/l of settled water. Suspended solids are measured by filtering a sample through a membrane filter or an asbestos mat in a Gooch crucible. Turbidity is measured in Jackson units equivalent to the interference to light transmission caused by 1 mg/l of a standard suspension.

Many types of commercially available instruments can continuously measure and record the turbidity and the suspended solids in water. They all rely upon passage of light through a standard light path.

*Evaluation and Interpretation of Data.* Water quality is considered lower with increasing turbidity and suspended solids. Table B-4 summarizes the five classes of water impact, based upon turbidity, suspended solids, and visual consideration.

*Mitigation of Impact.* The impact due to suspended solids may be minimized by controlling discharge of wastes that contain suspended solids; this includes sanitary sewage and industrial wastes. Also, all activity that increases erosion or contributes nutrients to water (thus stimulating algae growth) should be minimized.

The gravel washing activity, mine tailings, and anything causing dust may be controlled by utilizing available technology.

*Secondary Effects.* Increase in suspended solids content may have secondary impact on socioeconomic attributes as a result of loss of productivity (e.g., decline in fish harvest) and reduction in various recreation-oriented activities. Additionally, increased costs to remove suspended solids for domestic or industrial water use may occur as a result. Long-term effects include siltation of reservoirs and reducing useful capacity, and filling of marsh areas in estuaries, reducing productive habitat.

## Thermal Discharge

*Definition of the Attribute.* Temperature is a prime regulator of natural processes within the water environment. It governs physiological function in organisms, and, acting directly or indirectly in combination with other water quality constituents, affects aquatic life with each change. Water temperature controls spawning and hatching, regulates activity, and stimulates or suppresses growth and development; it can kill when the water becomes heated or chilled too suddenly. Colder water generally suppresses development; warmer water generally accelerates activity.

*Activities that Affect the Attribute.* Human activities affecting the attribute are discharges with temperatures above or below that of the receiving waters. Heated discharge may result from sources such as thermal power generation, heavy machine operations, and industrial operations.

Cold discharges may result from flows from large, deep reservoirs.

*Source of Effects.* Heated wastes, when discharged into the water environment, raise the temperature of the water. The extent to which the temperature is raised depends upon the quantity of waste heat discharged and the amount of diluting water available. As water temperature increases, the solubility of oxygen decreases. Furthermore, the accelerated biological activity imposes higher oxygen demand. The net result is a decrease in DO level which can reach critical levels.

Water released from lower depths of stratified reservoirs may be significantly lower in temperature and DO content than would prevail in normal ambient stream conditions. Thus, release depths can have a pronounced effect upon the aquatic life below reservoirs.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* Temperature measurement is simple and accurate. Many types of automatic temperature recording devices are commercially available. Measurement scale is either degrees Centigrade or Fahrenheit. Prediction of the effects of projects on ambient water temperatures is a complex problem which may be addressed through the use of mathematical models for heat exchange in the aquatic environment.

*Evaluation and Interpretation of Data.* In environmental quality assessment, the temperature effects are best handled in terms of the magnitude of departure from the natural conditions. Table B-4 summarizes five classes of water impacts, based upon temperature rise above natural conditions. Allowable departures from ambient temperatures may vary with location, so state water quality regulations should be consulted.

*Geographical and Temporal Limitations.* Fogging problems may be associated with warm water discharges in cold regions or under special climatic conditions.

*Mitigation of Impact.* Cooling towers can be used to convert once-through systems into closed systems. A very efficient way is to utilize treated wastewaters (such as sewage, industrial wastes, or stored surface runoffs) as cooling water makeup. Many industrial plants are considering such a closed system. Chromium may be recovered from cooling tower blowdown before treatment and disposal of tower blowdown.

*Secondary Effects.* Effects on the aquatic environment resulting from temperature alteration may, in turn, have other biophysical and socioeconomic consequences. Increased heat to water bodies accelerates evaporation, and thus, increases the suspended solids content of the water. This and



other impacts on the biological activity may alter the aesthetic and recreational desirability of a given area. Depending upon the circumstance, these effects may be of a positive or negative nature. On the one hand, heat addition may speed the eutrophication process and reduce recreational use. In other instances, this effect has increased recreational benefit through increased productivity. Aquaculture, or "fish farming," has been investigated as a possible beneficial secondary result of heated discharges.

### Acid and Alkali

*Definition of the Attribute.* Acid and alkaline wastes discharged into waters may change the natural buffer system. pH of the water may significantly change, depending upon the extent of acid or alkali discharged. Change in pH of natural water is hazardous for fish and other aquatic life. Below a pH of 5.0 and above 9.0, fish mortalities may be expected.

*Activities that Affect the Attribute.* Activities which may contribute acid and alkali waste to the environment are industrial wastes such as pickle liquors, accidental spills of chemicals, and mining operations.

*Source of Effects.* Acid and alkali wastes can be extremely damaging to aquatic life. Toxicity due to the presence of heavy metals is increased by synergism. Also, the capacity of natural waters to assimilate organic wastes is significantly reduced by these wastes.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* pH is considered to be an important measure of environment quality. High pH reflects an alkaline situation and low pH reflects an acid condition (a neutral solution has a pH equal to 7.0).

pH measurement is simple. Many types of continuous measuring and recording instruments are commercially available for this purpose.

*Evaluation and Interpretation of Data.* Since the natural pH of aquatic ecosystems varies from one locale to another, the best measure of pH is in terms of departure from natural levels. Table B-4 summarizes five classes of water impacts, based upon pH departure from the normal. It has been assumed that both positive and negative departures are equally damaging to the water environment. This may not be strictly true in normal cases, but due to lack of evidence, such assumptions may be considered valid.

*Special Conditions.* In some cases, alkaline or acid wastes actually may help to balance a pH problem. Acid mine drainage is an example of a problem which would be neutralized by an alkaline discharge.

*Secondary Effects.* Secondary effects of impacts on the acidity or alkalinity of waters follow as a result of any condition that deteriorates the quality of water. Social and economic losses, in terms of reduced productivity, decline in recreational benefits, and additional costs of treatment to correct problems related to pH are a few examples.

### Biochemical Oxygen Demand (BOD)

*Definition of the Attribute.* BOD of water is an indirect measure of the amount of biologically degradable organic material present. It is, thus, an indication of the amount of dissolved oxygen (DO) that will be depleted from water during the natural biological assimilation of organic pollutants. The BOD test is widely used to determine the polluttional strength of sewage and industrial wastes in terms of oxygen that would be required if these wastes were discharged into natural waters in which aerobic conditions exist. The test is one of the most important in stream pollution-control activities. By its use, it is possible to determine the degree of pollution in natural waters at any time. This test is also of prime importance in regulatory work and in studies designed to evaluate purification capacity of receiving bodies of water.

*Activities that Affect the Attribute.* Activities associated with normal operations, maintenance, and repair may contribute to BOD wastes. These human activities, e.g., sanitary sewage, wastewaters from hospitals, food-handling establishments, laundry facilities, and floor washing from shops constitute BOD wastes. If all wastes are collected by a network of sewers to a central location, adequate treatment must be provided to minimize impact upon the surface-water system. If cesspools, septic tanks, and soakpits are utilized, groundwater in the vicinity may become adversely affected.

*Source of Effects.* The discharge of wastes containing organic material imposes oxygen demand in the natural body of water and reduces the DO level. If wastewaters are treated, the combined sewer overflows and surface runoffs may also exert effects under wet weather conditions. All parameters directly or indirectly related to DO also affect the organic waste assimilation. These parameters include depth of water, velocity of flow, temperature, and wind velocity (see section on DO for general discussion).

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* BOD values are generally expressed as the amount of oxygen consumed (mg/l) by organisms during a 5 day period at 20° C. Several other parameters, such as Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Organic Carbon (TOC), are also used to represent the organic matter in water and wastewater. COD value indicates the total amount of oxidizable material present and includes BOD. °C is a

measure of bound carbon. Both these tests are closely related to BOD and are used in water and wastewater monitoring programs.

Routine BOD measurements are made in laboratories by dilution techniques; results are obtained in five days. Some modifications of BOD tests may require less time. COD and TOC measurements take only a few hours. Several types of instruments are commercially available which measure TOC more or less on a continuous basis.

*Evaluation and Interpretation of Data.* Table B-4 indicates five classes of water: very clean, clean, fairly clean, doubtful, and bad, depending upon the BOD of water. It may be mentioned, however, that this classification must be used on relative terms. As an example, a sluggish stream, reservoir, or lake may show undesirable conditions at BOD of 5 mg/l, whereas a swift mountain stream may easily handle 50 mg/l of BOD without significant deleterious effects.

*Mitigation of Impacts.* All wastes containing organic wastes should be processed by treatment methods. The treatment methods may include biological or chemical processes. Also, several types of packaged treatment units are commercially available that can be installed for desired applications.

*Secondary Effects.* By virtue of the biologic and aesthetic effects of BOD on aquatic environments, secondary impacts are manifested in terms of additional impacts on aesthetics, reduced recreational benefits, and costs to alleviate the direct consequences of BOD on waters scheduled for reuse. The success of land use planning efforts in areas where water is an integral part of the planning effort (e.g., recreational areas, industrial siting, etc.) is dependent upon the quality of those waters. BOD is a parameter of utmost importance.

## Dissolved Oxygen (DO)

*Definition of the Attribute.* All living organisms depend upon oxygen in one form or another for their metabolic process. Aerobic organisms require DO and produce innocuous end products. Anaerobic organisms utilize chemically bound oxygen, such as that from sulfates, nitrates, and phosphates, and the end products are odorous. For a diversified warm-water biota, including game fish, DO concentration should remain above 5 mg/l. Absence of DO will lead to the development of anaerobic conditions with odor and aesthetic problems. In surface waters, DO is measured frequently to maintain conditions favorable for the growth and reproduction of fish and other favorable aquatic life.

*Activities that Affect the Attribute.* The activities discussed in BOD also apply to DO. Other activities that may influence DO include site preparation, demolition, dredging, and excavation, all of which may cause turbidity and nutrient release. Routine operations, such as operation and maintenance of aircraft, watercraft, and automotive equipment, may cause oil release. Oil film interferes with the natural process of reaeration.

*Source of Effects.* Discharge of all organic wastes will lower the DO in receiving waters. A shallow and swift mountain stream can assimilate large quantities of organic wastes without deleterious effects. This is because swift-moving streams have greater capacity for natural reaeration and for preventing deposition of organic materials at the stream bed. In a sluggish stream or reservoir, small amounts of BOD released may cause relatively large adverse effects. The solubility of oxygen in water decreases with increases in temperature and dissolved salts (in freshwater, solubility of oxygen at 0° C is 14.6 mg/l, and at 35° C, it is 7 mg/l). Biological activity is also increased at higher temperatures, and thus, the rate of DO utilization from natural waters is significantly increased. Therefore, BOD wastes discharged into natural waters have more pronounced effects during summer months, when the water is warm. Thus, water quality parameters, such as temperature, dissolved salts, depth and velocity of stream, wind velocity, and natural reaeration, are all interdependent. Also in nutrient rich bodies of water, due to algae bloom, the DO level may reach supersaturation during sunny days. At night, however, the DO level drops considerably, due to lack of photosynthesis. High turbidity in water may also interfere with photosynthesis by reducing the depth of light penetration. Oil slicks may reduce the natural reaeration process, too. Therefore, nutrients, algae, sunny days, turbidity, and oil slicks are all interdependent parameters.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* The unit of DO measurement is mg/l. It can be measured by titration techniques using the Azide Modification method. Many commercially available DO meters can be used for DO measurement.

*Evaluation and Interpretation of Data.* The oxygen requirements for fish vary with species and age. Cold water fish require higher oxygen concentration than do the coarse fish (carp, pike, eel). It may be stated that the 3 to 6 mg/l range is the critical level of DO for nearly all fish. Below 3 mg/l, further decrease in DO is important only insofar as the development of local anaerobic conditions are concerned; the major damage to fish and aquatic life will already have occurred. Above 6 mg/l, the major advantage of additional DO is as a reservoir or buffer to handle shock loads of oxygen.

demanding waste loads. Table B-4 indicates five classes of water according to DO levels.

*Geographical and Temporal Limitations.* Typically, the most critical DO problems occur in summer, when biological activity is high and saturated DO content is low.

*Mitigation of Impact.* The methods are the same as those given for BOD.

*Secondary Effects.* Secondary impacts are the same as those listed for BOD.

### Dissolved Solids

*Definition of the Attribute* High amounts of total dissolved solids (TDS) are objectionable because of physiological effects, mineral tastes, or economic effects. TDS is the aggregate of carbonates, bicarbonates, chlorides, sulfates, phosphates, nitrates, and other salts of calcium, magnesium, sodium, potassium, and other substances. All salts in solution change the physical and chemical nature of the water and exert osmotic pressure; the magnitude of the change is, to a large extent, dependent upon the total salt concentration (salinity).

*Activities that Affect the Attribute.* Major areas which may contribute to TDS include mining and quarrying, municipal and industrial waste disposal, brine disposal, lagooning, landfilling of solid wastes, and accidental spill of chemicals.

*Source of Effects.* Major activities listed above may cause release of salts either directly or indirectly into the natural water system. Direct release includes discharging the waste laden with salts into the water system. Indirect release may be due to runoff from the affected land, or seepage from filled areas. Landfill seepage or leaching may affect groundwater quality, and, if groundwater feeds the water courses, surface water may be affected, as well.

As a result of salt discharge, many water quality parameters will be affected. DO will decrease as a result of high salinity. High quantities of salts give mineral taste. Sulfates and chlorides are associated with corrosion damage. Sulfate in water has a laxative effect. Nitrate plus nitrite causes methemoglobinemia (blue baby disease). Water containing high TDS also exhibits hardness.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* Total dissolved solids is determined after evaporation of a sample of water and its subsequent drying in an oven at a definite temperature. This includes "nonfilterable residue." The results are expressed in mg/l TDS.

*Evaluation of Interpretation of Data.* For reasons of palatability and unfavorable physiological reaction, a limit of 500 mg/l TDS in potable water has been recommended. Highly mineralized waters are also unsuitable for many industrial applications. Irrigation crops are highly sensitive to salt concentrations; waters containing over 2000 mg/l are of marginal value for irrigation use, and waters containing 3000 mg/l are unsuitable. The upper limits for some freshwater fish are as high as 5000 mg/l. In such cases, reference is only to total salt concentration and its effects on osmotic pressure. Based upon TDS, the five impact classes are summarized in Table B-4.

*Special Conditions.* The amount of dissolved ionic matter in a sample may often be estimated by multiplying the specific conductance by an empirical factor. After the empirical factor is established, for a comparatively constant water quality, specific-conductance measurement will yield TDS. Specific-conductance measurement is relatively simple and is a measure of a water's capacity to convey an electric current at 25° C. Specific conductance is expressed as microohms/cm.

*Mitigation of Impact.* Wastes containing high TDS are difficult to treat. Recommended treatment methods include removal of liquid and disposal of residue by controlled landfilling to avoid any possible leaching of the fills. Deep well injection has been used for disposal of brine. All surface runoffs around mines or quarries should be collected and concentrated. The brine may be disposed of by deep well injection or other means acceptable to water quality control authorities.

*Secondary Effects.* Effects on irrigated crop land (reduced productivity and economic loss) constitute perhaps the most significant secondary impacts due to TDS. Other effects include those on health, where drinking waters are concerned; and those on economics and land use, where industrial and municipal consumption are to be considered.

### Nutrients

*Definition of the Attribute.* Eutrophication is a term meaning enrichment of waters by nutrients through either man-made or natural means. Present knowledge indicates that fertilizing elements most responsible for eutrophication are phosphorus and nitrogen. Inorganic carbon, iron, and certain trace elements are also important. Eutrophication results in an increase in algae and weed nuisances and an increase in larvae and adult insects. Dense algae growths may form surface water scums and algae-littered beaches. Water may become foul smelling when algae cells die; oxygen is used in decomposition, and fish kills result. Filter-clogging problems at municipal water-

treatment plants and taste and odor in water supplies may all be due to dense algae population.

*Activities that Affect the Attribute.* Sewage and sewage effluent contain a generous amount of the nutrients necessary for eutrophication. Treated or untreated sewage discharge will contribute to nutrients in receiving waters. Mining, tunneling, blasting, and quarrying into phosphate rocks may cause increased phosphorous from surface runoff. Dredging of waterways will release the storehouse of nutrients contained within the mud bottom; as a result, the water will become enriched during and soon after the dredging operation. Many other activities may also enrich the natural waters. These include drainage from cultivated agricultural lands, surface irrigation returns, dead trees and leaves, logging and sawmilling, and dead organisms.

*Source of Effects.* Nutrients released from many activities (described above) will cause aquatic plant problems, turbidity, taste, and odor; cause reservoir and other standing waters to collect nutrients and to store a portion of these within consolidated sediments (once nutrients are combined within the ecosystem of receiving waters, their removal by natural process is very slow); and induce excessive weed growth, which will eventually block waterways or turn lakes into swamps.

As a result of nutrients released into natural waters, many water quality parameters will be affected directly or indirectly. Some of these effects are: turbidity, due to excessive algae growth—then, when algae cells and other plants die, oxygen is used in decomposition and the DOD level declines, causing fish kill; rapid decomposition of dense algae scums, giving rise to odors and hydrogen sulfide gas that create strong citizen disapproval; and serious water-treatment problems, caused by color, taste, and odor.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* Phosphorus, nitrogen, carbon, iron, and trace metals all act as nutrients. Growth of aquatic plants is governed by the law of minimum; i.e., any nutrient, out of a broad array of materials required for growth and development, governs the growth if it is present in a limiting concentration. Most commonly, in natural waters, phosphorus is present in limiting amounts and governs the normal plant growth.

Phosphorus occurs in natural waters and in wastewaters almost solely in the form of phosphates. These forms are commonly classified into orthophosphates, condensed phosphates (pyro-, meta-, and polyphosphates), and organic bound phosphates. These phosphates may occur in the soluble form, in particles of detritus, or in the bodies of aquatic organisms. Because the ratio of total phosphorus to that form of phosphorus readily available

for plant growth is constantly changing and ranges from 2 to 17 times or greater, it is desirable to establish limits in the total phosphorus, rather than the portion that may be available for immediate plant use.

Phosphate analysis embodies two general procedural steps: (a) conversion of the phosphorus form of interest to soluble orthophosphate, and (b) colorimetric determination of soluble orthophosphates. The result may be expressed as mg/l P (phosphorus).

*Evaluation and Interpretation of Data.* Although the concentration of inorganic phosphorus that will produce problems varies with the nature of the aquatic environment and the levels of other nutrients, most relatively uncontaminated lake districts are known to have surface waters that contain 0.001 to 0.003 mg/l total phosphorus as P (they are nutrient deficient). Above 0.02 mg/l P, one gets into a region of potential algae bloom. Above 0.1 mg/l P, water is excessively enriched. Table B-4 categorizes five classes of waters, based upon total P contact.

*Geographical and Temporal Limitations.* Since algae growth is temperature-dependant, adverse effects due to eutrophication in northern climates are more pronounced in summers. In southern climates, the effects are felt over the entire year; again, with summer the most critical season.

*Mitigation of Impact.* Once nutrients are combined within the ecosystem of the receiving waters, their removal is tedious and expensive. In a lake, reservoir, or pond, phosphorus is removed naturally only by overflow, by insects that hatch and fly out of drainage basins, by harvesting a crop (such as fish) and by combination with consolidated bottom sediments.

The most desirable method to mitigate impact is to treat wastewater to a desired phosphorus level before discharge into the environment. Also, all activities mentioned above should be performed under controlled conditions.

*Secondary Effects.* Various adverse secondary impacts occur with advanced stages of eutrophication, including a decline in recreational benefits, effects on land use, and the economic losses that normally accompany any deterioration in water quality.

## Toxic Compounds

*Definition of the Attribute.* Wastes containing concentrations of heavy metals (mercury, copper, silver, lead, nickel, cobalt, arsenic, cadmium, chromium, etc.), either individually or in combination, may be toxic to aquatic organisms, and thus, have a source effect on the water quality.

Other toxic substances include pesticides, ammonia-ammonium compounds, cyanides, sulfides, fluorides, and petrochemical wastes. A severely toxic substance will eliminate aquatic biota until dilution, dissipation, or volatilization reduces concentration below the toxic threshold. Less generally, toxic materials will reduce the aquatic biota, except those species that are able to tolerate the observed concentration of the toxicant. Because toxic materials offer no increased food supply, such as discussed for organic wastes, there is no sharp increase in the population of those organisms that may tolerate a specific concentration.

*Activities that Affect the Attribute.* Many human activities may contribute to release of toxic compounds into the environment. These include waste discharged from maintenance and repair shops, and from industrial operations. Wastes that are particularly likely to contain toxic compounds result from electroplating, galvanizing, metal finishing, and cooling tower blow down. Other activities which may contribute to toxic chemicals are mining, accidental spills of chemicals, chemical warfare, and leaching of landfills containing toxic compounds.

*Source of Effects.* Chemicals released into the environment may effect surface water or groundwater systems by direct discharge of wastes containing toxic compounds or from surface runoff which may come in contact with toxic material left as residue over the ground surface.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* The spectrum of toxic materials is extremely large and highly diverse in terms of effects. Measurement may be expressed as mg/l of specific compound under consideration. For a group of toxic compounds, it should be pointed out that possible synergistic or antagonistic interactions between mixed compounds may cause different effects than those associated with the respective toxic compounds considered separately.

Bioassay is an important tool in the investigation of these wastes, because results from such a study indicate that degree of hazard to aquatic life of particular discharges; interpretations and recommendations can be made from these studies concerning the level of discharge that can be tolerated by the receiving aquatic community.

The basic bioassay shall consist of a 96 hour exposure of an appropriate organism, in numbers adequate to assure statistical validity, to an array of concentrations of the substance, or mixture of substances, that will reveal the level of pollution that will cause (1) irreversible damage to 50 percent of the test organisms and (2) the maximum concentration causing no apparent effect on the test organisms in 96 hours.

*Evaluation and Interpretation of Data.* The bioassay may indicate the concentration at which toxic compounds will not cause an apparent effect upon the test organism. However, long-term effects of toxic compounds having more subtle changes, such as reduced growth, lowered fertility, altered physiology, and induced abnormal patterns, may have more disastrous effects on the continued existence of a species. Also, the biological magnification and storage of toxic residue of polluting substances and microorganisms may have another serious aftereffect. For all these reasons, and as a practical matter, toxic compounds, if they could be detected in natural waters by modern water quality analysis methods, may render water undesirable for propagation of healthy aquatic life. The five classes of water, based upon toxic compounds, are given in Table B-4.

*Special Conditions.* Synergistic action may magnify toxic effects under special conditions (e.g., under an increased temperature or a low dissolved oxygen situation).

*Mitigation of Impact.* All wastes containing toxic chemicals should be monitored and controlled. Those released into sanitary sewers should be carefully regulated so that such release does not affect the treatment process. Also, after dilution, effluent concentration should not exceed the desired level. Runoffs from chemical handling areas should also be considered, to the extent that pollution is expected. If necessary, suitable treatment may be given to all contaminated runoffs.

*Secondary Effects.* While toxic compounds have a primary effect on lower organisms in the aquatic environment, secondary effects may be felt all through the food chain, with human health as a final major consideration. Procedures to remove these compounds, once they have been released to the aquatic environment, may be nonexistent or, at best, extremely expensive. Failure to remove them or to prevent their initial entry may degrade the water quality with the ensuing effects on aesthetics, economics, and biophysical relationships.

## Aquatic Life

*Definition of the Attribute.* Organisms in any community exist in a dynamic state of balance, in which the population of each species is constantly striving to increase. However, population is maintained at a fluctuating level determined by food supply, predators, chemical characteristics of the water, and physical variables. Since these factors vary greatly, several types of communities exist in balance. Any man-made pollution tends to upset the natural

state of balance. This may cause abundance of a few types of organisms, while others may decline or completely disappear. Because of some variation in response among species to conditions of existence within the environment, and because of inherent difficulties in aquatic invertebrate taxonomy, ecological evaluation of the total organism community is the acceptable approach in water pollution-control investigation. Today's investigators tend to place organisms in broad groups, according to the general group response to pollutants in the environment.

*Activities that Affect the Attribute.* All activities discussed above (with various water attributes) affect aquatic life to some degree. Change in an aquatic community depends upon the type and extent of pollution.

*Source of Effects.* Discharge of organic wastes (sewage) tends to lower the natural DO and to eliminate DO-sensitive organisms. Thermal discharge affects the normal life cycle of many organisms. Toxic wastes will reduce the aquatic biota, except those species that are able to tolerate the observed concentration of the toxicant. In general, changes in any attributes, whether they are physical or chemical, will influence the aquatic life.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* For aquatic life interpretation, field observations are indispensable. However, many of the biological parameters cannot be evaluated directly in the field. The specific nature of a problem and the reasons for collecting samples will dictate those aquatic communities of organisms to be examined and those, in turn, will establish sampling and analytical techniques. The following communities and types of organisms are considered: plankton, periphyton, macroinvertebrates, macrophytes, and fish. Sampling and identification techniques are based upon routine biological sampling and analysis methods. Readers are referred to *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 13th Edition, 1971.

*Evaluation and Interpretation of Data.* Based upon most common aquatic life in natural waters, five classes of water are given in Table A-4.

*Mitigation of Impact.* See all water quality attributes for mitigation of impact upon aquatic life.

*Secondary Effects.* Economic and recreational benefits may be affected as a result of adverse impacts on aquatic life. Loss of productivity reduces fishing harvest, and decline in recreational activity produces additional economic loss.

## Fecal Coliforms

*Definition of the Attribute.* Water acts as a vehicle for the spread of disease. All sewage-contaminated waters must be presumed potentially dangerous. The presence of coliform organisms in water is regarded as evidence of fecal contamination, as their origin is in the intestinal tract of humans and other warm-blooded animals. They are also found in soil and water which has been subjected to pollution by dust, insects, birds, and small and large animals. The necessity of coliform tests in water supply has declined somewhat since water treatment plants effectively remove most of the bacteria by treatment and disinfection. However, the test continues to retain importance because of water-contact recreational usage of water, and of implications that viral diseases can be transmitted through fecal contamination of water supplies. Indirect routes, such as the contamination of foods with fecally contaminated irrigation water and accumulation of contaminants by oysters, clams, and mussels from fecally-contaminated marine waters, continue to be areas of concern.

*Activities that Affect the Attribute.* The activities discussed in BOD and DO also apply to this attribute.

*Source of Effects.* See BOD and DOD attributes.

*Variables to be Measured; How Variables are Measured.* Two methods are used for determining the presence of coliform organisms: the multiple tube fermentation technique and the membrane filter technique. The results of multiple tube fermentation techniques are expressed as Most Probable Number (MPN), based upon certain probability formulas. The results of membrane filter tests are obtained by actual count of coliform colonies developed over membrane filter. In both cases, the estimated coliform density is reported in terms of coliform per 100 ml. The equipment used are the type commonly needed in routine microbiological study.

*Evaluation and Interpretation of Data.* Present water quality criteria restrict the use of water, depending upon fecal coliform density. The desirable criteria for surface water supply is fecal coliform less than 20 per 100 ml, and for recreational use (including primary contact recreation), the recommended value is 200 per 100 ml. Based upon the coliform density, five classes of water are summarized in Table B-4.

*Mitigation of Impact.* See attributes BOD and DOD.

*Secondary Effect.* Quantification of the presence of fecal coliforms in recreational waters results in a classification by permissible use. This classification restricts not only the use of the waters, but also the economic benefits which might be obtained from those waters. Effects on shellfish harvests are other economic impacts which may result from fecal contamination.

## REFERENCES

1. Mackenthun, K. M., *The Practice of Water Pollution Biology*, U.S. Department of the Interior, FWPCA, Division of Technical Reports, 1969.
2. Jain, R. K. *et al.*, *Environmental Impact Study for Army Military Programs*, U.S. Army Construction Engineering Research Lab, Champaign, Illinois, December, 1973.
3. Odum, E. P., *Fundamentals of Ecology*, W. B. Saunders Co., Philadelphia, Pennsylvania, 1971.
4. McGauhey, P. H., *Engineering Management of Water Quality*, McGraw-Hill Book Co., New York, 1968.
5. Keup, L. E. *et al.*, *Biology of Water Pollution*, U. S. Dept. of the Interior, FWPCA, Cincinnati, Ohio, 1967.
6. Nemerow, N. L., *Scientific Stream Pollution Analysis*, Scripta Book Co., Washington, D. C., 1974.

## LAND

As with all other resources available to man, land is not available in unlimited quantities. Because of this, it is becoming increasingly recognized in this country, and in other countries with less of an endowment of land resources, that land use must be properly planned and controlled. CEQ guidelines recognize this need for the rational management of land resources, and, because the price system does not allow rational allocation of land, CEQ has provided for a specific consideration of the relationship of a changed pattern in land use to the existing pattern. Therefore, land is being treated much in the same manner as our other scarce natural resources, air and water.

To consider these factors requires comprehensive consideration of existing and projected land capabilities and land use patterns. The most significant element of the land use question has been collapsed into three attributes:

Erosion  
Natural hazards  
Land use patterns.

## Erosion

*Definition of the Attribute.* Erosion is defined as the process through which soil particles are dislodged and transported to other locations by the actions of water and/or wind. The two most common forms attributable to water are sheet erosion, in which the upper surface of the soil is more or less evenly displaced, and gully or rill erosion, in which the downward cutting action of the overland flow of water results in linear excavations deep into the soil horizon. While the latter type of erosion is often more spectacular to the eye, loss of uniform layers of topsoil through sheet erosion is the more serious of the two. Wind erosion is similar to sheet erosion in that very small soil particles containing plant nutrients and organic matter are the ones that are carried away, leaving coarse and less productive material.

Soils of almost all types are held in place on slopes by vegetative cover and its associated root system. Removal of this cover exposes the soil to the erosive forces of water and wind. Erosion is intensely destructive. First, the site itself may be denuded of its most productive topsoils and/or may be gullied to the extent that it becomes almost totally unproductive, often to the point of posing a physical barrier to other activities. Second, the streams and lakes which receive the attendant sediment loads may be affected. The landscape, after erosive forces have been at work, is barren and aesthetically unappealing.

*Activities that Affect the Attribute.* Activities that affect the extent and rate of erosion are those associated in any way with removal or re-establishment of vegetative cover. Some of these are land clearing for construction, road building or other cut and fill operations, timber harvesting or vegetative suppression by herbicide application, controlled burning, reforestation or afforestation, strip mining, agricultural activities, off-road vehicular traffic, and large animal grazing.

*Source of Effects.* Land clearing and mechanized off-road activities strip land of its vegetative cover, organic surface material, and root structures which formerly protected the soil, thereby opening it up to direct attack by wind and water. Timber harvesting, application of herbicides, and controlled burning can result in the removal of a sufficient quantity of organic surface material and vegetative cover to cause an increase in the intensity of rainfall and wind movement at the soil surface. Conversely, reforestation and afforestation can reintroduce a vegetative canopy and root structure which—over time—can reduce the intensity of these erosive forces and result in a buildup of organic surface material. Road building and other cut-and-fill activities lay bare previously vegetated soil, alter natural drainage patterns, change the gradient of slopes, and create somewhat unconsolidated fill areas

Fracción del texto  
Evaluación, efectos y solución de la  
contaminación de aguas.  
Ernesto Murguía Vaca 1983.

Para el desarrollo del tema:

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

## CAPITULO 3

### ANALISIS A LAS AGUAS CONTAMINADAS

#### 3.1. Generalidades

Según sea el uso del agua, se han adoptado normas de calidad que fijan límites a ciertos contenidos considerados ofensivos. En cuanto al agua potable, en general cada país tiene sus normas, que en ocasiones son las reconocidas por la Organización Mundial de la Salud; sin embargo existen variaciones, no solamente de un país a otro, sino de uno mismo como sucede en los Estados Unidos de Norteamérica, en que varios de sus estados cuentan con normas propias.

La calidad a través de los contenidos de elementos y substancias en el agua, se pueden conocer si se llevan a cabo exámenes minuciosos que den resultados cualitativos y cuantitativos de cada uno de ellos. De aquí que la evaluación de la contaminación solo se concibe si se especifica el uso o destino del agua y se llevan a cabo los análisis necesarios para conocer sus contenidos. Entre los diferentes análisis existentes para determinar los parámetros que definen el grado de contaminación se encuentran los físicos,



químicos y biológicos:

Es importante que al analizar las aguas contaminadas se determinen los constituyentes que puedan dificultar su tratamiento así como los que faciliten la elección del proceso más conveniente. Se deben hacer análisis de muestras del líquido en estudio, para comprobar el grado de contaminación y posteriormente análisis para ver el progreso, ya sea de contaminación o de depuración, bien esta última sea natural o a base de un proceso acelerado.

Para realizar los análisis de aguas es muy importante lo referente al muestreo, ya que un punto básico es que éstos sean representativos del volumen del agua del cual se obtienen. Es conveniente por lo tanto que la recolección de muestras se haga en la forma más cuidadosa y eficiente siguiendo las reglas y métodos establecidos.

Dependiendo de las características del examen del agua cada muestreo es diferente, incluyendo su forma de recolección, cantidades de muestras, tipos de envases, limpieza de los mismos, etc; todos estos factores cambiarán si los exámenes se hacen de agua con poca o abundante contaminación, si son aguas negras, efluentes de plantas de tratamiento o solamente desechos industriales.

### 3.2. Análisis

Los análisis dan por resultado las cantidades que contiene el agua de lo que se determina. Para efectos comparativos, independientemente del laboratorio, personal o procedimiento empleado, se han establecido unas normas que han adoptado la gran mayoría de los países en algunos casos con ligeras modificaciones; éstas son las publicadas por varias asociaciones de los Estados Unidos de Norteamérica bajo el título de Métodos Estándar para Análisis de Aguas y Aguas Negras<sup>(15)</sup>.

No se dan detalles de procedimientos ni preparación

de reactivos porque el fin de esta información es solamente tener idea de lo que se puede hacer y pedir a un laboratorio con objeto de, posteriormente, hacer el estudio interpretativo de los resultados.

Al indicar el método que se sigue en el campo y en el laboratorio para la determinación de algunos parámetros, se ha considerado que en ocasiones el ingeniero mismo los puede efectuar. Para otros, es que debe conocerlos para apreciar el grado de confiabilidad de los resultados, el tiempo de elaboración, necesidades técnicas en cuanto a personal especializado, uso de equipo y aparatos específicos, costos, manejo de las muestras, así como para definir el tipo y cantidad de análisis por realizar de acuerdo a la investigación y fines que se persiguen.

En un estudio preliminar de carácter cualitativo, muchas veces es suficiente definir los parámetros más simples sin llegar a emplear técnicas ni equipo especial. Tal ocurre cuando se efectúa por primera vez una visita al lugar de trabajo en que deben comenzarse a fijar los sitios de muestreo. Basta entonces con efectuar pruebas tales como temperatura, pH, turbiedad, color, olor, materia flotante y sólidos sedimentables.

La importancia de las pruebas de laboratorio, estriba en ayudar a formar una opinión acerca de lo adecuado que pudiera resultar el agua de una fuente de abastecimiento para un uso determinado. El agua en estudio puede tener caracteres físicos, químicos y biológicos que en conjunto determinan la cuantificación de contaminación de acuerdo con los análisis respectivos.

El análisis de agua comprende además un examen microscópico, considerado tan importante y preciso como las determinaciones químicas. Por lo tanto se observa que para una correcta interpretación y valoración del grado de contaminación de una agua, es necesario hacer una serie de análisis de tipo físico, químico y biológico durante un tiempo que incluya los cambios climatológicos extremos.

Cualesquiera que sean los parámetros seleccionados, es siempre necesario conocer los valores medios y extremos, datos que no puede proporcionar un análisis aislado.

Los análisis que se piden hacer al agua de desecho, según los objetivos del estudio, forman una larga lista<sup>(16)</sup> que conviene dividir en:

- a) Físicos que comprenden
  - Temperatura
  - Color
  - Olor
  - Turbiedad
  - Residuos en todas sus formas
  - pH
  - Conductividad Eléctrica
  - Radiactividad
- b) Químicos entre los que se hallan
  - 1) Gases disueltos
    - Amoniaco
    - Dióxido de Carbono
    - Sulfuro de Hidrógeno
    - Nitrógeno
    - Oxígeno
    - Dióxido de Azufre
  - 2) Cationes ( $e^+$ )
    - Aluminio
    - Amonio
    - Bario y Estroncio
    - Calcio y Magnesio
    - Cromo
    - Cobre
    - Ión Hidrógeno
    - Hierro
    - Sodio y Potasio
    - Plomo
    - Manganeso
    - Níquel
    - Zinc
  - 3) Aniones ( $e^-$ )
    - Bromo y Yodo
    - Carbonato y Bicarbonato
    - Cloruro
    - Cromato y Dicromato
    - Cianuro
    - Fluoruro
    - Hidróxido
    - Nitrato
    - Nitrito
    - Fosfato

Sulfato  
Sulfuro  
Sulfito

- 4) Varios
  - Acidez y Alcalinidad
  - Demanda Química de Oxígeno
  - Dureza
  - Nitrógeno Kjeldahl
  - Nitrógeno Orgánico
  - Grasas y Aceites
  - Fenol
  - Silice
  - Detergentes
- c) Biológicos que comprenden
  - Demanda Bioquímica de Oxígeno
  - Demanda Inmediata de Oxígeno Disuelto
  - Bacteriología
  - Insectos
  - Peces
  - Toxicidad aguda para peces de agua dulce
  - Plancton

Los factores que se describen a continuación son los principales y los que más frecuentemente se solicitan para interpretar con ellos la calidad del agua dentro de los niveles que requiere el ingeniero.

### 3.3. Parámetros físicos

Un aspecto físico muy común es el sabor, que no se describe por no ser prueba recomendable de hacer, ya que si se está buscando contaminación, el probar el agua puede resultar perjudicial al organismo; se hace en pruebas de potabilidad, pero se hace teniendo la certeza de que es agua que se está valorando para uso potable. No solamente es aconsejable dejar de hacer esta prueba, sino que ni siquiera debe existir contacto directo con el agua, por no saber el grado de corrosividad que posea y qué sustancias tóxicas a la piel pueda contener.

### 3.2.1. Temperatura

El agua de corrientes o superficial en general, adquiere la temperatura del ambiente y su variación con respecto a éste es muy poca. Está sujeta al clima local, época del año y hora del día. También influye la profundidad a la que se tome la muestra.

La variación de la temperatura puede indicar principio de contaminación, pudiéndose afectar las actividades biológicas, la solubilidad de los gases y la viscosidad del agua que influye sobre la sedimentación. La temperatura del agua contaminada tiende a ser mayor que la natural en el mismo medio. El agua negra de una población se compone de los desechos del agua con temperatura normal, más la de los baños, calderas y efluentes industriales que generalmente son desalojados con altas temperaturas. Es más fácil encontrar una agua contaminada con temperatura elevada que con temperatura baja respecto a la media normal.

La medición de la temperatura es una de las pruebas que tiene que hacerse forzosamente en el campo. Se mide con un termómetro de laboratorio que tiene una precisión apreciativa de  $\frac{1}{10}$  de grado, aunque es suficiente con indicarla con aproximación de medio grado.

Hay diversos tipos de termómetros para tomar la temperatura en las aguas, que se emplean según la investigación o las condiciones del medio. Basta y se recomienda usar de preferencia un termómetro de laboratorio que se sumerge en el agua hasta la marca que tiene para ese objeto. Dado que algunas veces no se puede hacer de esa manera, la muestra se saca en un frasco y de allí es de donde se toma; el error que se pudiera cometer al hacerlo así, es despreciable. Para detectar contaminación, es conveniente conocer la temperatura en varios sitios.

### 3.3.2. Color

El tono del agua es muy diferente entre las corrientes variando aún en una misma; puede observarse desde el crista-

lino hasta el gris casi negro. La variedad en el color causa sospecha de contaminación, sobre todo cuando se observa que es diferente al natural.

Los colores en aguas contaminadas se pueden deber a descargas de tipo industrial, no olvidando que existen sustancias incoloras que pueden producir los mismos o peores efectos de contaminación.

El color natural del agua es ocasionado generalmente por el humus de los bosques o la materia vegetal. Se denomina color verdadero del agua aquél que está presente después de haber sido removida la materia suspendida; y color aparente, al verdadero modificado por materia en suspensión.

#### a) Determinación en el campo

Se usan cristales de colores montados en discos que permiten comparar éstos sobre agua destilada con la muestra directa. Es procedimiento aceptado como prueba estándar de campo<sup>(15)</sup> porque dan buenos resultados si se comparan con el método de Platino-Cobalto usado en laboratorio. Estos discos se colocan en bases metálicas que contienen tubos para la muestra y para el agua destilada. Los discos coloreados equivalen a 5, 10, 20, 40 y 70 unidades estándar de color; si se combinan pueden obtenerse valores entre 5 y 145 unidades.

#### b) Determinación en laboratorio

Se emplea el método de Platino-Cobalto que consiste en una escala preparada para definir unidades conocidas, usando tubos de Nessler de 50 ml de forma alta. La escala se prepara a base de cloroplatinato de potasio y cloruro cobaltoso cristalizado, diluidos en agua destilada en proporciones establecidas para que observada a través de una lámina de 200 mm, den la coloración estándar deseada. En caso de que se tuviera una agua que excediera las 70 unidades, la muestra se diluye con agua destilada hasta que esté dentro de los límites recomendados; el factor de dilución se multiplica posteriormente por las unidades

observadas para obtener el resultado real.

### 3.3.3. Olor

En general el olor se debe a la presencia de materia orgánica en descomposición o a compuestos químicos como son los fenoles; si además el agua contiene cloro, la intensidad del olor aumenta. Hay olores específicos en lagos, ríos, mares, canales, etc. que pueden distinguirse del olor producido por contaminación, siendo factible no solamente diferenciarlo sino medirlo.

La intensidad del olor es muy variable y los procedimientos analíticos no son satisfactorios para su medición, teniéndose que confiar en el sentido del olfato que es muy variable de acuerdo con la persona; considérese además que este sentido se atrofia rápidamente.

Sería ideal que las pruebas para el olor se realizaran inmediatamente después de la recolección, pero si no es posible, se deben almacenar unos 500 ml de muestra en frascos de cristal con tapón esmerilado, conservándolos en refrigeración hasta el momento del análisis. El enfriamiento debe hacerse en condiciones inodoras.

Para aguas contaminadas basta una apreciación burda de esta prueba, siendo suficiente con indicar a qué huele y su intensidad en grados que van de ligero hasta ofensivo. Para casos muy especiales se siguen los procedimientos de laboratorio que llegan a definir el número del olor incipiente.

En cuanto a la escala de intensidad que normalmente se emplea en estudios limnológicos y que se puede aplicar a las aguas contaminadas, es la que se indica en la Tabla N° 8<sup>(17)</sup>.

Respecto a la calidad del olor, se acostumbra referirlo a lo más parecido para compararlo; así se tiene la nomenclatura que como ejemplo se muestra en la Tabla N° 9.

Conveniente que en el informe del análisis se indique la clave adoptada y que se escojan referencias

lo más comunes posible.

TABLA N° 8  
INTENSIDAD DE OLOR

VALOR NUMERICO	ESCALA	DEFINICION
0	Nulo	No se aprecia olor
1	Muy ligero	Olor que algunas personas no lo detectan pero perceptible por un experto.
2	Ligero	Cuando es notable pero no se le atribuye atención especial.
3	Distinto	Cuando se detecta inmediatamente y provoca deseo de retiro.
4	Decidido	El que atrae sin querer la atención y que objeta el manejar el agua.
5	Muy fuerte	Si provoca el rechazo inmediato.

TABLA N° 9  
CALIDAD DE OLORES

CLAVE	OLOR	ANALOGIA
A	Aromático	Alcanfor, clavo, limón
p	Pepino	Pepino
B	Balsámico	Geranio, violeta, vainilla
M	Mastuerzo	Mastuerzo
D	Dulzón	Azucarado
Q	Químico	Desechos industriales
C	Cloro	Cloro libre
Me	Medicinal	Fenol, yodoformo
S	Sulfhídrico	Huevos podridos
P	Pantano	Turba, charcos
Pa	Pasto	Pasto recién cortado
V	Vegetal	Legumbres

Fuente: Whipple (1954)

36 Evaluación, efectos y solución de la contaminación de aguas

Se llama número de olor incipiente, al número de veces que una muestra se tiene que diluir con agua inodora para que su olor sea apenas perceptible en la prueba del olor. Se acostumbra que el volumen total de la muestra y del agua de dilución sea de 200 ml. El número de olor incipiente se calcula de la forma siguiente:

$$\text{Núm. Olor Incipiente} = \frac{\text{Vol. muestra} + \text{Vol. agua inodora}}{\text{Vol. de muestra}}$$

Se puede considerar como número incipiente el que corresponde al punto de percepción a partir del cual se tengan solo resultados positivos una vez ordenadas las respuestas respecto al incremento de concentración.

La temperatura adecuada para las pruebas de olor es de 60°C para el olor incipiente en caliente y de 40°C para el olor incipiente en frío. Es necesario registrar la temperatura a la que se haya hecho la prueba.

3.3.4 Turbiedad

Las aguas contaminadas, normalmente son turbias porque contienen mayor o menor cantidad de materia sólida, ya sea fija, volátil o sedimentable. Las pruebas de turbiedad se pueden hacer tanto en el campo como en el laboratorio.

a) Determinación en el campo

Dependiendo de la corriente o del tipo de agua, se usa un disco de 20 cm. de diámetro dividido en cuadrantes pintados de blanco y negro<sup>(17)</sup> sujeto al extremo de una barra o cable. Este disco denominado de Secchi, se sumerge en el agua hasta que desaparezca la imagen; la barra que lo sostiene tiene una graduación que da la turbiedad en función de la longitud del tramo sumergido. La función del disco Secchi es medir la penetración de la luz en el agua; sin embargo se puede usar con buenos resultados considerando la penetración de la luz como función del

grado de turbiedad o de color.

Cuando no se cuenta con este disco, se usa un alambre de platino bien pulido con el cual se sigue el mismo método de medición observando la desaparición del brillo del alambre al sumergirlo. La graduación de la barra está dada directamente en U.T. o hecha de tal manera que se pueda relacionar. El resultado es semejante al obtenido mediante el disco y con igual calidad. La turbiedad que mide según la profundidad, se indica en la Tabla N° 10.

TABLA N° 10

TURBIEDAD CON EL ALAMBRE DE PLATINO

TURBIEDAD ppm	PROFUNDIDAD m	TURBIEDAD ppm	PROFUNDIDAD m	TURBIEDAD ppm	PROFUNDIDAD m
7	1 095	28	314	120	86
8	971	30	296	130	81
9	873	35	257	140	76
10	794	40	228	150	72
11	729	45	205	160	68.7
12	674	50	187	180	62.4
13	627	55	171	200	57.4
14	587	60	158	250	49.1
15	551	65	147	300	43.2
16	520	70	138	350	38.8
17	493	75	130	400	35.4
18	468	80	122	500	30.9
19	446	85	116	600	27.7
20	426	90	110	800	23.4
22	391	95	105	1 000	20.9
24	361	100	100	1 500	17.1
26	336	110	93	2 000	14.8
				3 000	12.1

Fuente: Whipple (1954)

b) Determinación en el laboratorio

Es deseable que la prueba se verifique el mismo día de la recolección pero si esto no fuera posible, la muestra se conserva en la oscuridad hasta por 24 horas; si fuera necesario más tiempo se agrega 1 g. de cloruro mercúrico

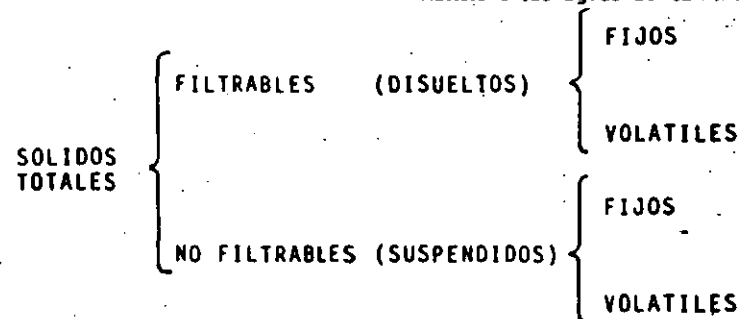
por litro. En ambos casos, antes de hacer el análisis la muestra se debe agitar. Para la determinación se usan aparatos denominados turbidímetros. El turbidímetro de Jackson que es el más usado y sirve de patrón, consiste en un tubo de vidrio, largo y graduado que se coloca en un soporte encima de una vela especial de esperma de ballena que no produce humo y que tiene una intensidad fija a 7.6 cm abajo del fondo del tubo de cristal. Al inicio se le pone un poco de agua por analizar para que no se dañe con el calor producido por la flama; a continuación se vierte poco a poco el agua hasta que ya no se vea por encima del tubo la concentración luminosa de la vela. Entonces se leerá en la graduación del tubo la turbiedad del agua muestreada.

El turbidímetro de Jackson se usa para aguas con turbiedad entre 25 y 5,000 unidades. Para valores mayores de 1,000 unidades se debe diluir la muestra con uno o varios volúmenes iguales de agua destilada. La turbiedad original de la muestra se calcula partiendo de la turbiedad de la dilución y del factor empleado.

Existen otros turbidímetros como los de Balys, St. Louis y Hallige que se emplean para turbiedades menores de 5 unidades y trabajan con el principio de la luz dispersa (Véase Figura N° 8). En todos estos aparatos los tubos que se usan son incoloros y transparentes; deben estar escrupulosamente limpios. La muestra se deja reposar dentro del recipiente el tiempo suficiente para dejar escapar las burbujas de aire que se forman al verterla.

### 3.3.5 Residuos

Cuando se tienen problemas relacionados con aguas contaminadas, un parámetro indispensable es el de residuos o sólidos contenidos. Según se trate de evaluar el grado de contaminación, el empleo del agua o proceso de tratamiento, será el tipo de residuo que se analice, ya que de / se tiene la siguiente variedad:



Se define como residuo total al material que queda en un recipiente después de la evaporación de una muestra de agua y de su secado subsecuente en estufa a una temperatura definida. El residuo que se retiene al paso de un filtro se denomina no filtrable y al que pasa filtrable; se conocen también como suspendido y disuelto respectivamente, pero son más apropiados los primeros nombres. La temperatura a la que se seca el residuo influye en los resultados; así se llegan a determinar los residuos fijos que son el remanente después de la calcinación a 600°C durante 10 a 15 minutos. La diferencia con el total es el residuo volátil; estos residuos pueden considerarse, aunque no con entera precisión, como el equivalente a los contenidos minerales y orgánicos respectivamente.

La materia sedimentable también se determina bien sea en volumen (ml/l) o en peso (mg/l); es aquella que se detecta después de dejar en reposo al agua durante una hora.

#### Determinación.

Los residuos totales se obtienen al evaporar generalmente 100 ml de la muestra a 103°C en una cápsula seca y tarada, operación que se realiza en una hora. La diferencia de pesos entre el registrado para la cápsula seca y limpia y el de la cápsula que contiene los residuos, dará el contenido de este material que después se transforman a mg/l de acuerdo al volumen evaporado.

Los residuos totales volátiles y fijos se determinan calcinando los residuos totales de evaporación a  $550 \pm 50^\circ\text{C}$  en una mufla durante 10 a 15 minutos; nuevamente por diferencia de pesos se conocen los contenidos. Directamente con la diferencia se conoce la parte fija y el resto al peso original, la volátil.

La materia suspendida se determina por filtración a través de una capa de fibra de vidrio de unos 2 mm. de espesor sobre el fondo perforado de un crisol Gooch. Se requiere de un succionador para acelerar el paso de 100 ml de muestra. Una vez seco el crisol, se determina por diferencia de pesos el contenido de los sólidos.

La materia suspendida volátil y fija se determina calcinando el crisol Gooch a  $550^\circ\text{C}$  durante 15 a 20 min.

La materia sedimentable generalmente se determina en ml/l usando el cono Imhoff y un litro de muestra. Se deja en reposo 45 min. después de los cuales se agita ligeramente para desprender los sólidos retenidos en la pared del cono y después de 15 min. para completar una hora, se hace la lectura de los sólidos sedimentados directamente sobre la graduación del cono. La Figura N° 9 muestra parte del material descrito.

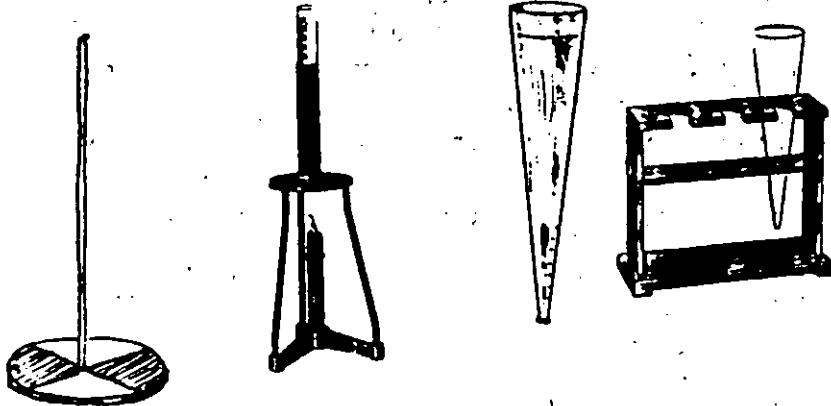


FIGURA N° 8. Turbidímetros

FIGURA N° 9. Material para determinar sólidos

## 3.3.6 pH

El pH interviene en el cálculo de carbonato, bicarbonato y dióxido de carbono, así como para el índice de corrosión; es indispensable para el control de muchos procesos de tratamiento de agua.

En el agua pura el producto iónico es:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = k_w = 1.01 \times 10^{-14} \quad (\text{a } 25^\circ\text{C})$$

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1.005 \times 10^{-7}$$

$[\text{H}^+]$  es la concentración de iones Hidrógeno en moles/l  
 $[\text{OH}^-]$  concentración de iones oxhidrilo en moles/l  
 $k_w$  constante de ionización del agua

Si se emplea una escala logarítmica:

$$(-\log_{10} \text{H}^+) + (-\log_{10} \text{OH}^-) = 14$$

que se expresa así:

$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}k_w$$

p es la potencia o exponente

El valor que corresponde al agua pura y que representa el punto neutro es  $\text{pH}=7$ . En la escala de pH, de 0 a 7 se agrupan los ácidos y de 7 a 14 las bases.

La determinación del pH es útil para regular el funcionamiento de instalaciones de tratamiento de aguas contaminadas; tiene poca relación con la fuerza o concentración de las aguas negras. En casos especiales el pH de un desecho industrial puede dar indicios con respecto a su naturaleza; una alcalinidad o acidez anormal es producto de este tipo de desechos. Por lo general las aguas negras tienden a la basicidad pero influyen los efluentes industriales, sobre todo cuando éstos son de cierta magnitud respecto a los desechos domésticos.

TABLA N° 14  
 FACTOR DE CORRECCION PARA OXIGENO  
 DE SATURACION A VARIAS ALTITUDES.

Altitud m	Presión mm Hg	Factor
0	760	1.00
100	750	0.99
200	741	0.97
300	732	0.96
400	723	0.95
500	714	0.94
600	705	0.93
700	696	0.92
800	687	0.90
900	679	0.89
1,000	671	0.88
1,100	663	0.87
1,200	655	0.86
1,300	647	0.85
1,400	639	0.84
1,500	631	0.83
1,600	623	0.82
1,700	615	0.81
1,800	608	0.80
1,900	601	0.79
2,000	594	0.78
2,100	587	0.77
2,200	580	0.76
2,300	573	0.75
2,400	566	0.74
2,500	560	0.73

Fuente: Hutchinson (1957)

pruebas más significativas, especialmente cuando se combina con la prueba de Demanda Bioquímica de Oxígeno y de estabilidad relativa. Es posible que diferentes estratos de una misma masa de agua, tengan distintas concentraciones de oxígeno, pudiéndose presentar putrefacción en el fondo y saturación en la superficie.

Las causas que afectan la solubilidad del oxígeno en el agua son: la turbulencia en la superficie; la temperatura; la presión atmosférica; el porcentaje de oxígeno

en la atmósfera; la deficiencia de oxígeno en el agua; el área de la superficie expuesta; y otras condiciones más que vale la pena estudiar en cada caso para hacer la evaluación según la naturaleza de la investigación.

La determinación del oxígeno disuelto es una de las pruebas que debe hacerse de inmediato por la pérdida o la ganancia que hay de acuerdo con el contenido de materia orgánica, tanto productora como consumidora de oxígeno. Por lo menos debe fijarse en campo y determinarlo posteriormente en laboratorio.

#### Determinación.

La descripción que se hace para conocer la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, pudiera antojarse muy detallada; sin embargo es necesaria porque esta prueba se debe realizar en el mismo sitio de muestreo, por lo menos hasta fijar el oxígeno como yodo; tarea que en algunos casos recae en el propio ingeniero que efectúa la visita al lugar de muestreo.

Se usa el método básico de Winkler o de iodización con sus modificaciones para evitar interferencias; una de las más empleadas para aguas negras y muestras de ríos es la del nitrato que elimina la interferencia tan común de los nitritos<sup>(15)</sup>.

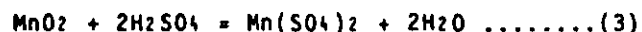
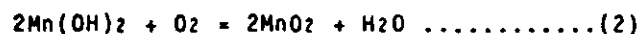
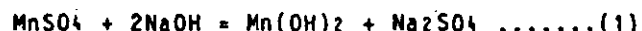
Este método se basa en el hecho de que el oxígeno oxida el  $Mn^{++}$  a un estado mayor de valencia, bajo condiciones alcalinas; y que el manganeso a un estado mayor de valencia, es capaz de oxidar el Ión Yodo ( $I^-$ ) a yodo libre ( $I_2$ ) bajo condiciones ácidas. Entonces la cantidad de yodo libre liberado es equivalente al OD originalmente presente. El yodo es medido con una solución de tiosulfato de sodio e interpretado en términos de OD.

Se procede a verter dentro de las botellas de recolección 1 ml de la solución preparada de  $MnSO_4$ ; a continuación el reactivo alcali-yoduro-nitrato. Se forma un precipitado debiéndose esperar hasta que se clarifique más o menos



la mitad de la botella para añadir el ácido sulfúrico. Debe removerse el frasco varias veces para permitir la mezcla completa.

Las reacciones incluidas son las siguientes:



El precipitado que se forma es de color blanco; pero si hay oxígeno presente, entonces algo de  $\text{Mn}^{++}$  se oxida a una mayor valencia, precipitándose como un óxido hidratado de color café (Ec. 1).

La oxidación del  $\text{Mn}^{++}$  llamada a veces fijación del oxígeno, ocurre muy lentamente sobre todo a bajas temperaturas, razón por la cual es necesario remover el material floculado a través de toda la solución para permitir que reaccione todo el oxígeno (Ec. 2). Esto se logra agitando vigorosamente la muestra por lo menos durante 20 segundos. Después de agitada la muestra, se permite la sedimentación del flóculo hasta unos 5 cm abajo del tapón del frasco; en este momento se agrega el ácido sulfúrico (Ec. 3). A las condiciones resultantes de bajo pH (condiciones ácidas), el  $\text{MnO}_2$  oxida  $\text{I}^-$  para producir  $\text{I}_2$  (Ec. 4).

La muestra debe taparse y agitarse durante unos 10 segundos para permitir que se complete la reacción y se distribuya el yodo uniformemente en toda la muestra.

Se procede a la titulación con la solución 0.025 Normal (0.025 N) de tiosulfato de sodio (Ec 5) agregando un poco de solución de almidón para afinar el punto de equilibrio.

Una solución 1 N es la que tiene disuelto en un litro de agua el peso equivalente expresado en gramos. A su vez, el peso equivalente es el molecular entre las valencia.

El uso de una solución 0.025 N =  $\frac{1}{40}$  N, se basa en

La normalidad de la mayoría de los agentes que se usan para las titulaciones en los análisis sanitarios, está ajustada de tal manera que cada ml es equivalente a 1 mg de la sustancia medida, por lo que debe usarse una solución 0.025 N de tiosulfato ya que el peso equivalente del oxígeno es 8. Sin embargo tal solución es demasiado concentrada para permitir determinaciones precisas de oxígeno disuelto a menos que se titulen muestras muy voluminosas. Es práctica común manejar muestras de 200 ml para la titulación o sea 0.25 de litro, entonces empleando un agente con concentración de 0.025 como convencionalmente se usa, los resultados obtenidos en muestras de 200 ml en términos de mililitros de titulante usado, son los mismos que si un litro de muestra haya sido tratado con un reactivo 0.025 N eliminando la necesidad de cálculos.

Por otra parte, cuando se usan botellas de 300 ml para la prueba (Véase Figura N° 10), se agregan 2 ml de  $\text{MnSO}_4$  y 2 ml de álcali yoduro como reactivos que desplazan 4 ml de muestra, por lo que debe hacerse una corrección. Cuando se agregan 2 ml de ácido, no se desplaza nada del flóculo oxidado, por lo tanto no necesita por este motivo ninguna corrección.

El factor de corrección por desplazamiento será:

$$\frac{300 - 4}{300} = 0.987; \frac{1}{0.987} = 1.014$$

Indica que debe tomarse para la titulación un volumen de

$$200 \times 1.014 = 203 \text{ ml}$$

### 3.4.2 Nitrógeno.

La descomposición del nitrógeno como componente de la materia orgánica, sigue un ciclo que es tan solo una concepción ideal, porque en la naturaleza existen muchos cortos circuitos y retrocesos que impiden la progresión continua del mismo. Se puede describir aproximadamente del siguiente modo:

A la muerte de una planta o un animal, se inicia la descomposición acompañada de la formación de urea, que se descompone a su vez en amoníaco. Esta se llama la fase de putrefacción del ciclo del nitrógeno. La fase siguiente es la nitrificación, en la que los compuestos amoniacales se oxidan para formar nitritos y nitratos y prepararse de este modo para servir de alimento a las plantas. En la fase de la planta viva, los nitritos y nitratos sufren la desnitrificación y de este modo son utilizados como alimento vegetal o animal. La fase superior del ciclo del nitrógeno es la vida animal en la que el nitrógeno forma parte de la sustancia del animal vivo o se transforma en urea, amoníaco, etc. por las funciones vitales del organismo animal. A la muerte del animal, el ciclo vuelve a comenzar.

En los análisis de aguas negras se pueden hacer cinco tipos de determinación de nitrógeno: amoniacal, orgánico o protéico, albuminoideo, nitritos y nitratos.

La presencia de amoníaco en el agua es frecuentemente interpretado como una contaminación reciente con productos nitrogenados; en aguas subterráneas puede provenir de la dilución de estratos que contengan sales amoniacales. Se considera de reciente contaminación su presencia porque rápidamente se oxida a través de ciertos organismos pasando a nitrato, pero con algún cambio del pH del agua.

Contenidos elevados de nitrógeno orgánico o protéico se relaciona con una contaminación de aguas negras o desechos industriales. El nitrógeno orgánico y el amoniacal integran el nitrógeno total.

El nitrógeno albuminoideo es una medida aproximada del nitrógeno de origen protéico derivado de la vida animal y vegetal de los medios acuáticos; en aguas contaminadas es índice de la materia orgánica desdoblada en aminoácidos, polipéptidos y proteínas.

Los nitratos provienen generalmente de la materia orgánica nitrogenada de origen animal; la materia vegetal libre o pocos nitratos. Representa la fase final de

la oxidación del ciclo del nitrógeno.

Los nitritos se relacionan con una contaminación con aguas negras o desechos industriales, sujeta a oxidación puesto que el proceso continúa hasta terminar en nitratos.

#### 3.4.3. Cloruros.

Los cloruros se deben a combinaciones del cloro con otros elementos; no deben ser confundidos con el cloro que se encuentra a menudo en forma residual en las aguas negras. Los cloruros son sustancias inorgánicas encontradas comúnmente en la orina del hombre y de los animales; no son afectados por los procesos biológicos ni por sedimentación.

Los cloruros se hallan en aguas de las regiones costeras o en terrenos salinos. También se debe su presencia a contaminación con alimentos o con aguas negras; el cloruro de sodio es un artículo común de la dieta y pasa sin modificación a través del sistema digestivo. En las costas se pueden encontrar en altas concentraciones por las infiltraciones de aguas marinas en los sistemas de agua potable y alcantarillados. En altas concentraciones son tóxicos a las plantas.

Se confirma la contaminación del agua por la presencia conjunta con nitritos, nitratos y amoníaco.

#### 3.4.4. Detergentes

Los detergentes son productos sintéticos ampliamente usados en los hogares y en las fábricas con fines de limpieza; en pocos años sustituyeron a los jabones en virtud de no formar precipitados insolubles pudiendo limpiar eficientemente aún empleando aguas duras.

En términos generales un buen detergente se caracteriza como una sustancia que es soluble en agua; que permite que la solución acuosa penetre en los capilares y abatir

## 32 Evaluación, efectos y solución de la contaminación de aguas

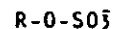
la tensión superficial (acción humectante); que desintegra o separa las partículas que se han aglomerado (acción dispersante); que incorpora la suciedad o el aceite al agua (acción emulsificante), en vez de hacerlo con las sustancias que se están limpiando.

Los agentes activos superficiales o surfactantes son constituyentes importantes de los detergentes sintéticos y pueden definirse como solutos que poseen la particularidad de alterar las propiedades superficiales o de interfase de las soluciones en una forma desusada, aún cuando se encuentren presentes en bajas concentraciones. Muchas sustancias solubles presentan estas propiedades pero no todos los surfactantes poseen un balance satisfactorio de propiedades detergentes. Desde el punto de vista de detergencia, el término surfactante implica un compuesto orgánico que combina las propiedades de humedecimiento, dispersión y emulsificación, presentando estabilidad hacia la dureza. Estas características varían desde luego con la naturaleza química de los agentes manufacturados.

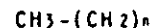
La composición de los detergentes es variada, pero en términos generales los productos comerciales contienen aproximadamente el 20 por ciento de agente surfactante activo, estando constituido el resto por los llamados "aditivos".

Los agentes surfactantes componentes de los detergentes pueden clasificarse según su ionización en el agua en aniónicos, catiónicos y no iónicos.

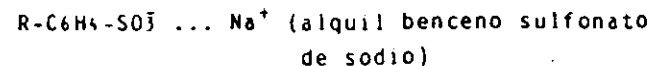
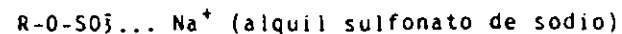
Los detergentes aniónicos ionizan las soluciones acuosas dando un grupo de cargas negativas o aniones<sup>(19)</sup>



R es una larga cadena de hidrocarburos tales como

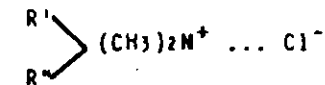


y una carga iónica positiva o catión que normalmente es el Na:



El grupo sulfonato es hidrofílico (o que atraen al agua) y ayudan a los detergentes en su solubilidad. La mayoría de los detergentes domésticos pertenecen a este grupo.

Los detergentes catiónicos son de bases orgánicas cuaternarias fuertes que ionizan dando una carga positiva hidrofóbica del amonio cuaternario o del grupo peridinium y una carga negativa hidrofílica



R' y R'' son largas cadenas de ión hidrocarbón. Tienen una fuerte acción contra bacterias y son usados para lavar algunos utensilios y equipo de hoteles, restaurantes y fábricas de alimentos.

Los detergentes no iónicos no ionizan en las soluciones acuosas en forma importante. En general son mono, di, etc. ésteres de sacarosa con ácidos grasos C14-C18 (palmítico, estearico, oléico, etc).

Los ésteres sacarosos son no tóxicos, insaboros y comestibles; se usan en cosméticos, jabones para rasurar, champús y en industrias de alimentos y farmacéuticas.

Todos los detergentes tienen la facultad de bajar la tensión superficial del agua, así como de disminuir su viscosidad (véase Tabla N° 15.<sup>(20)</sup>).

TABLA N° 15  
VISCOSIDAD DINAMICA EN FUNCION DE LA  
TEMPERATURA

°C	0	5	10	15	20	25	30	35
mPa·s	1.797	1.523	1.301	1.138	1.007	0.895	0.800	0.723

Fuente: Degremont (1979)

Esto ocasiona una penetración más fácil de las aguas al subsuelo, pudiendo arrastrar productos contaminantes

a los acufferos someros.

Entre los detergentes aniónicos destaca el alquil-bencil-sulfonato conocido con las siglas ABS pero es uno de los más difíciles para desdoblar durante la purificación de aguas negras. Pasa por las plantas el 50 por ciento o más del que llega. Concentraciones tan pequeñas como 1 mg/l causan espuma en un río. La tendencia a formar espuma es mayor en aguas limpias y mientras más humedad ambiental exista<sup>(21)</sup> y es en la espuma en donde se concentra la mayor cantidad de detergente del agua<sup>(22)</sup>.

En los años de 1960 y durante esa década, se popularizaron en el mercado mexicano los detergentes biológicos, los que en realidad no son otra cosa que una mezcla de detergente común, perfumes, colorantes y un agente biológico. La parte biológica que se adiciona al detergente está constituida por una enzima proteolítica activa que al encontrarse en un medio favorable, bajo ciertas condiciones de humedad y temperatura, ocasiona la desintegración de la molécula de grasa, una parte de la cual digiere; además destruye también las proteínas. El lapso de vida de las enzimas en estado seco puede ser muy largo, pero al encontrarse en agua comienzan a actuar, siendo entonces su vida de uno o dos días, llegando en ocasiones a tres.

Algunos detergentes tienen una cadena recta del grupo alquil que son fácilmente oxidables bioquímicamente en poco tiempo como el denominado LAS por ser lineal-alquil-sulfonato; mientras que el ABS es degradado en las plantas de tratamiento en un 40 por ciento, el LAS lo es en un 93<sup>(23)</sup>.

#### Determinación

Para la determinación de los surfactantes aniónicos se emplea el método de extracción del azul de metileno; dicha anilina es soluble en agua pero insoluble en cloroformo y los surfactantes aniónicos sulfonados reaccionan con el azul de metileno para formar una sal insoluble

que sí lo es en cloroformo. La intensidad del color producido por el complejo soluble en cloroformo puede medirse fotométricamente y compararse con una curva de calibración producida por un surfactante aniónico técnico (producto puro) previamente analizado. En forma genérica este método se aplica a los productos denominados Sustancias activas al azul de metileno (SAAM) que incluyen a los detergentes.

#### 3.4.5. Acidez y Alcalinidad

La acidez y la alcalinidad es la medida de la capacidad del agua para reaccionar con los iones oxhidrilos y los iones hidrógeno respectivamente. Debido a la relación que tiene con el pH y que no es congruente con esta escala, algunos químicos prefieren hablar de concentraciones de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos en lugar de alcalinidad.

Valores comprendidos entre pH 3.5 a 9.0 se consideran resultado de la presencia de ácidos o bases débiles. Si la alcalinidad sobrepasa este límite o la acidez está abajo de él, se debe a la presencia de bases o ácidos fuerte respectivamente. En general el dato que se proporciona en los análisis es el de la alcalinidad exclusivamente. Se divide en alcalinidad a la fenolftaleína (F) y al anaranjado de metilo o total (AM o T); los resultados se dan en mg/l como CaCO<sub>3</sub> puesto que son varios componentes los que la producen.

#### 3.4.6. Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Es una prueba muy usada para detectar contaminación de origen industrial; valora todo lo que es oxidable y no solamente a la materia orgánica, de manera que siempre es mayor el valor de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), variando los resultados de acuerdo a la composición del

agua, concentraciones del reactivo, temperatura, período de contacto y otros factores. Además, para ciertos desechos que contienen sustancias tóxicas esta prueba es el único método para determinar la carga orgánica; su mayor ventaja respecto a la prueba de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es el corto tiempo que se requiere para su valoración siendo necesario tan solo 3 horas; sin embargo en ausencia de un catalizador, el método comúnmente usado para DQO no llega a incluir algunos compuestos orgánicos como el ácido acético que biológicamente se encuentran disponibles para los organismos de las corrientes, mientras que se detectan algunos compuestos biológicos como la celulosa que no se mide en la DBO. Se ha estandarizado y adoptado extensamente para pruebas de desechos industriales.

### 3.5. Parámetros biológicos.

#### 3.5.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno.

La demanda bioquímica de oxígeno de una agua negra o contaminada, es la cantidad de oxígeno requerida por la materia orgánica disuelta para su descomposición biológica en condiciones aerobias en un tiempo y a una temperatura determinada. El agua muy contaminada no contiene el oxígeno suficiente en solución para mantener condiciones aeróbicas durante la descomposición y autopurificación.

Esta prueba está basada en determinaciones sucesivas de OD y es una de las más importantes, ya que es la que cuantifica mejor la contaminación. Como la prueba de la DBO se basa en la cantidad de OD consumida por la materia orgánica, es natural que conforme pasa el tiempo se vaya consumiendo más oxígeno y agotando el que tiene el agua. La cantidad consumida de OD conforme al tiempo, da como resultado una gráfica como la que muestra la Figura N° 11.

Se observa de las gráficas que la DBO varía tanto con el tiempo como con la temperatura a la que se somete

la prueba con la misma cantidad de materia orgánica; a mayor temperatura es más activa la descomposición y a menor temperatura la misma cantidad de materia orgánica se va descomponiendo más lentamente, consumiendo por tanto menor cantidad de oxígeno. Por eso es que se especifica para la prueba un tiempo y una temperatura fijos que son 5 días y 20° C respectivamente.



FIGURA N° 10. Frasco para determinar OD.

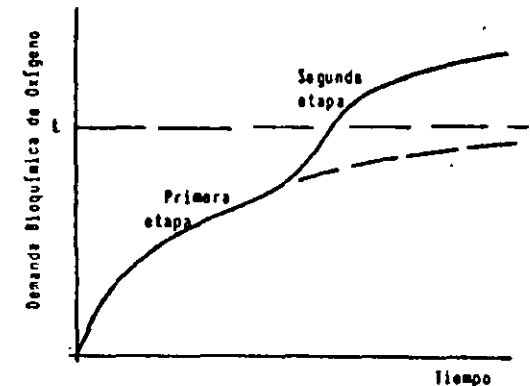


FIGURA N° 11. Progreso de la DBO

En la curva típica se marcan dos etapas: la primera muestra cómo se satisface la DBO de la materia carbonácea; la segunda cómo tiene lugar la nitrificación. A 20° C la demanda de oxígeno de las bacterias nitrificantes comienza entre los 8 y 10 días, pasando el nitrógeno a la forma de amoníaco, ácido nitroso y ácido nítrico en cantidades que introducen serios errores en trabajos de DBO. Esta es una de las principales razones para la selección de un período de incubación a 5 días para la prueba regular.

La primera fase de la curva representa la descomposición de la materia orgánica carbonácea llamándose Primera Etapa o de Carbonatación; la siguiente, donde continúa descomponiéndose principalmente la materia nitrogenada, se llama Segunda Etapa o Nitrificación.

La primera fase o etapa de la DBO se apega a una ley matemática exponencial en la que la velocidad de consumo de oxígeno en cualquier instante, es directamente proporcional a la cantidad de materia orgánica oxidable presente. En la segunda etapa, los organismos nitrificantes que se desarrollan son más difíciles de aislar y cultivar, de manera que la experiencia en laboratorio es escasa en relación a la de la primera etapa; la observación del consumo de oxígeno está sujeta a un mayor número de errores que la primera etapa.

Las características químicas del agua tal como los fosfatos y cloruros, tienen un efecto muy pronunciado en el avance del proceso correspondiente a la segunda etapa.

La demanda de oxígeno de las aguas contaminadas tiene su origen en tres factores:

- 1) Materiales orgánicos carbonosos que son usados como alimento por organismos aerobios.
- 2) Materiales nitrogenados oxidables derivados de compuestos de nitritos, amoníaco y nitrógeno orgánico y que son usados como alimento por determinadas clases de bacterias.
- 3) Compuestos químicos reductores como hierro ferroso, sulfitos y sulfuros que reaccionan con el oxígeno molecular disuelto.

Cuando se manejan aguas negras domésticas crudas o tratadas, la demanda de oxígeno se debe a la primera clase de organismos.

En cuanto a la primera etapa, si se considera que la cantidad de materia orgánica oxidable a cualquier tiempo y a temperatura constante es proporcional al consumo de oxígeno o lo que es lo mismo, a la cantidad de reacción de DBO, se puede expresar en forma diferencial de la siguiente manera:

$$-\frac{dc}{dt} = kc$$

donde  $c$  = concentración de materia orgánica oxidable al principio del intervalo  $t$ .

$k$  = constante de proporcionalidad de la reacción.

Esta es una reacción de primer orden en donde la rapidez de reacción depende exclusivamente de la concentración de materia orgánica. Se ha visto que es más sencillo determinar la cantidad de oxígeno que se está consumiendo en cierto momento, que conocer la cantidad de materia orgánica que se tiene (Véase Figura N° 12); por lo tanto, ya que se trata de un consumo (-) a partir del máximo (L):

$$-\frac{dL}{dt} = kL$$

que representa la proporción a la que es destruida la materia orgánica contaminante.

$L$  = demanda máxima de oxígeno primera etapa, también denominada demanda última de oxígeno (DBOu).

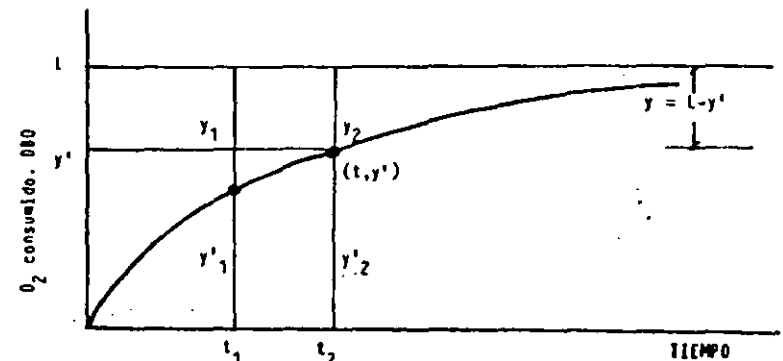


FIGURA N° 12. Demanda bioquímica de oxígeno.

Si  $y'$  es la cantidad de materia orgánica oxidada (representada en forma de DBO) en un tiempo  $t$ , integrando la ecuación entre los límites  $(L, y')$  y  $(0, t)$ , para conocer la cantidad de materia que existe, se tendrá:

$$\int_L^{y'} \frac{dL}{L} = -k \int_0^t dt$$

que integrada da:

$$\ln \frac{L - y'}{L} = -kt$$

$$\ln y' - \ln L = \ln \frac{y'}{L} = -kt$$

o sea:  $\frac{y'}{L} = e^{-kt}$

y finalmente  $y' = L e^{-kt}$  (1)

La cantidad de reacción que ha sido efectuada hasta el tiempo t será:

$$y = (L - y') \quad (2)$$

o cantidad que falta por oxidarse. Sustituyendo el valor de y' por  $L e^{-kt}$  obtenido en (1)

$$y = L - L e^{-kt}$$

por lo tanto:  $y = L (1 - e^{-kt})$  (3)

ecuación que indica la manera como es ejercida la DBO, y es la DBO a cualquier tiempo t; también:

$$y = L (1 - 10^{-k' t}) \quad (4)$$

donde  $k' = 0.4343 k$

Para la evaluación de la DBO total de la primera etapa o sea L a partir de valores calculados de la DBO de 5 días, es necesario conocer el valor de la constante de rapidez de reacción k o k', ya que varía con la naturaleza de la materia orgánica, con la habilidad de los organismos presentes para utilizarla y con la temperatura.

El valor de k así como el de L pueden ser evaluados por distintos métodos, partiendo de un conjunto de observaciones de la DBO a ciertos tiempos, que establecen la trayectoria de la reacción; entre éstos existen soluciones que van desde el empleo de nomogramas hasta soluciones teóricas exactas.

La velocidad de reacción aumenta con la temperatura; una regla aproximada para los fenómenos químicos es que se duplica por cada aumento de 10° C. Matemáticamente el cambio de la constante de velocidad con la temperatura se obtiene por la ecuación de Van't Hoff-Arrhenius<sup>(24)</sup>:

$$\frac{d(\ln k)}{dt} = \frac{E}{RT^2} \quad (5)$$

- k = constante de velocidad de reacción en día<sup>-1</sup>
- T = temperatura en °K (273.1 + °C)
- R = constante de los gases (1.99 cal/°C)
- E = energía de activación en cal/g

Para que se lleve a cabo una reacción se requiere cierta energía y esa energía se desprende y se vuelve calor o se disipa en cualquier otra forma. Dentro de las temperaturas de 15° a 30° C, la energía de activación E de la DBO es de 7,900 cal/g pudiéndose llegar a 20,000 cal/g a 0° C.

La integración de la ecuación (5) entre los límites T y T<sub>0</sub> da como resultado:

$$\ln \frac{k}{k_0} = \frac{E}{RT_0} - \frac{E}{RT}$$

$$\ln \frac{k}{k_0} = \frac{E (T - T_0)}{R T_0 T}$$

o bien  $\frac{k}{k_0} = e^{\left[ \frac{E}{R} \frac{(T - T_0)}{T T_0} \right]}$

en donde el subíndice cero denota los valores de referencia.

Dentro de pequeñas variaciones de la temperatura, como ocurre en las aguas naturales, el valor de  $\frac{E}{R(TT_0)}$  puede considerarse constante; por tanto:

$$\frac{k}{k_0} = e^{C_k (T - T_0)}$$

a su vez  $e^{C_k}$  es otra constante  $\theta_k$  :

$$\frac{k}{k_0} = \theta_k (T - T_0) \quad (6)$$

$C_k$  = característica de la temperatura

$\theta_k$  = coeficiente de la temperatura

$T$  y  $T_0$  = temperatura en °C

Para temperaturas entre 15° y 30° C

$C_k = 0.046$  por °C

$\theta_k = 1.047$

Para otras temperaturas:

5° C:  $\theta_k = 1.050$ ;  $C_k = 0.049$

10° C:  $\theta_k = 1.049$ ;  $C_k = 0.048$

35° C:  $\theta_k = 1.045$ ;  $C_k = 0.044$

Igualmente se puede plantear en forma semejante a la ecuación (6):

$$\frac{L}{L_0} = e^{C_L (T - T_0)} \quad (7)$$

Multiplicando la (6) por la (7):

$$\frac{k L}{k_0 L_0} = e^{(C_k + C_L) (T - T_0)} \quad (8)$$

$k_0$  = constante de reacción bajo condiciones de referencia.

$L_0$  = DBO máxima de la primera etapa (DBO<sub>u</sub>) para condiciones de referencia.

$T$  = Temperatura a la que se busca el nuevo valor.

$C_k, C_L$  = características de temperatura.

La ecuación (8) relaciona los valores de  $k$  con los de  $L$

El desarrollo de la expresión  $e^{C(T-T_0)}$

da una serie que es:

$$\left[ 1 + C (T - T_0) + \frac{1}{2} C^2 (T - T_0)^2 + \frac{1}{6} C^3 (T - T_0)^3 + \dots \right]$$

En una forma aproximada y sin gran error, se pueden tomar los primeros términos:

$$1 + C (T - T_0)$$

Tomando en cuenta esta consideración en las ecuaciones (6) y (7):

$$\frac{k}{k_0} = 1 + C_k (T - T_0) \quad (9)$$

$$\frac{L}{L_0} = 1 + C_L (T - T_0) \quad (10)$$

Para  $C_L$  se toma un valor medio de 0.020 por °C

La DBO ( $y$ ) ejercida en un tiempo ( $t$ ) y a cierta temperatura ( $T$ ), en términos de los valores de referencia:  $k_0$ ,  $T_0$ ,  $y_0$  y  $t_0$  además de  $C_L$  y  $C_k$ ; es como se indica:

Sustituyendo (7) en (3)

$$y = L_0 e^{C_L (T - T_0)} (1 - e^{-kt})$$

Sustituyendo (6) en la ecuación anterior

$$y = L_0 e^{C_L (T - T_0)} \left[ 1 - e^{-k_0 t} e^{C_k (T - T_0)} \right] \quad (11)$$

También: 
$$\frac{y_0}{L_0} = 1 - e^{-k_0 t_0}$$

o sea 
$$L_0 = \frac{y_0}{1 - e^{-k_0 t_0}} \quad (12)$$

Sustituyendo  $L_0$  de la ecuación (12) en (11)

$$y = \frac{y_0}{1 - e^{-k_0 t_0}} e^{C_L (T - T_0)} \left[ 1 - e^{-k_0 t} e^{C_k (T - T_0)} \right]$$

Ordenando

$$y = y_0 e^{C_L (T - T_0)} \frac{1 - e^{-k_0 t} e^{C_k (T - T_0)}}{1 - e^{-k_0 t_0}} \quad (13)$$

Ecuación que da la DBO en determinado tiempo ( $t$ ) y a cualquier temperatura ( $T$ ).

De la ecuación (13) y tomando a  $y_0$  como la DBO a  $t_0$  y  $T_0$ , resulta la relación de  $y$  a las temperaturas indicadas y a los



días de incubación que se expresan en la Tabla N° 16, en la que además se marca el inicio de la segunda etapa o de nitrificación por las líneas de separación<sup>(32)</sup>. Para su elaboración se han tomado los valores típicos:

- $C_L = 0.20$  por °C
- $C_k = 0.046$  por °C
- $k_0 = 0.23$  día<sup>-1</sup>
- $t_0 = 5$  días
- $T_0 = 20^\circ$  C

TABLA N° 16  
PROPORCIÓN DE LA DBO RESPECTO A LA  
CONDICIÓN BÁSICA

Tiempo (días)	Temperatura (°C)						
	5	10	15	20	25	30	35
1	0.11	0.16	0.22	0.30	0.41	0.54	0.70
2	0.21	0.30	0.40	0.54	0.71	0.91	1.14
3	0.31	0.41	0.56	0.73	0.93	1.17	1.42
4	0.38	0.52	0.68	0.88	1.11	1.35	1.60
5	0.45	0.60	0.79	1.00	1.23	1.47	1.71
6	0.51	0.68	0.88	1.10	1.31	1.56	1.78
7	0.57	0.75	0.95	1.17	1.40	1.62	1.82
8	0.62	0.80	1.01	1.23	1.45	1.66	1.85
9	0.66	0.85	1.06	1.28	1.49	1.69	1.87
10	0.70	0.90	1.10	1.32	1.52	1.71	1.88
12	0.77	0.97	1.17	1.37	1.56	1.73	1.89
14	0.82	1.02	1.21	1.40	1.58	1.74	1.90
16	0.85	1.06	1.24	1.43	1.59	1.75	---
18	0.90	1.08	1.27	1.44	1.60	1.76	---
20	0.92	1.10	1.28	1.45	1.61	---	---
25	0.97	1.14	1.30	1.46	---	---	---
primera etapa	1.02	1.17	1.32	1.46	1.61	1.76	1.90

Fuente: Unda Opazo (1969)

En una forma similar a como se obtuvo la ecuación (13) se puede desarrollar el valor último de la primera etapa.

De (3):  $y_0 = L_0(1 - e^{-k_0 t_0})$

Se obtiene  $L_0 = \frac{y_0}{1 - e^{-k_0 t_0}}$

La Ecuación (7) es  $L = L_0 e^{C_L(T - T_0)}$

Sustituyendo  $L_0$  de la ecuación anterior en la (7)

$$L = \frac{y_0 e^{C_L(T - T_0)}}{1 - e^{-k_0 t_0}} \quad (14)$$

Si se desea conocer la relación del consumo de OD a cualquier tiempo con respecto a la DBOu se partirá de la ecuación (3)

$$y = L(1 - e^{-kt})$$

$$y = L - Le^{-kt}$$

que representa la relación de la parte ejercida de la DBO en un tiempo dado respecto al total. Si se considera a  $L$  como el 100 por ciento, entonces  $y$  estará dando el porcentaje de la demanda que se lleva hasta ese momento

$$y(\%) = 100 - 100e^{-kt} \quad (15)$$

si se generaliza la ecuación para cualquier tiempo y temperatura, quedaría

$$y(\%) = 100 - 100 e^{-k_0 t} e^{C_k(T - T_0)} \quad (16)$$

que resulta de haber sustituido en (15) el valor de  $k$  dado por

$$k = k_0 e^{C_k(T - T_0)}$$

En la ecuación (16) el término

$$100 e^{-k_0 t} e^{C_k(T - T_0)}$$

es la cantidad por oxidar.

Para determinar el porcentaje de reacción que esté ocurriendo en relación del total de la demanda de la primera etapa por unidad de tiempo (se considera a  $L$  como 100 %):

$$L_t = 100 e^{-k_0 t} e^{C_k(T - T_0)} \quad (17)$$

que es general, ya que representa el porcentaje de la demanda a cualquier temperatura y tiempo dados. De esta manera resulta la Tabla N° 17<sup>(19)</sup> considerando:

$$T = 20^{\circ} \text{C}; k = 0.23 \text{ día}^{-1}; C_k = 0.046/^{\circ}\text{C}$$

TABLA N° 17  
PORCENTAJE DE LA DEMANDA RESPECTO AL TIEMPO

Tiempo (días)	Cantidad por oxidar	Consumo en el día	Consumo acumulado
0	100.00		0
1	79.4	20.6	20.6
2	63.0	16.4	37.0
3	50.0	13.0	50.0
4	39.8	10.2	60.2
5	31.6	8.2	68.4
6	25.0	6.6	75.0
7	20.0	5.0	80.0
8	15.8	4.2	84.2
9	12.5	3.3	87.5
10	10.0	2.5	90.0
11	7.9	2.1	92.1
12	6.3	1.6	93.7
13	5.0	1.3	95.0
14	4.0	1.0	96.0
15	3.2	0.8	96.8
16	2.5	0.7	97.5
17	2.0	0.5	98.0
18	1.6	0.4	98.4
19	1.3	0.3	98.7
20	1.0	0.3	99.0

#### Determinación

Si los desechos consistieran exclusivamente de aguas negras de tipo doméstico, la medición de la demanda de oxígeno se podría realizar por medio del Método Directo pero como los desechos son generalmente de naturaleza compleja, es necesario usar el Método de Dilución.

##### a) Método Directo

El procedimiento consiste en tener la muestra a 20° C y aerada cerca de la saturación. A dos frascos se les determina de inmediato su oxígeno disuelto (DBO<sub>0</sub>) y otros dos se pasan a incubación durante 5 días a 20° C. Después de 5 días se les determina la cantidad de OD (DBO<sub>5</sub>); la DBO es calculada por la diferencia de los dos valores así conocidos. Se usan dos frascos para sacar promedio y a veces 3, en caso de que los valores de las determinaciones sean muy distintos.

##### b) Método de Dilución

Se agregan elementos nutrientes al agua de dilución en cantidades conocidas para que los organismos que van a descomponer la materia orgánica no mueran. Dependiendo del agua por analizar se usa un inóculo satisfactorio: para desechos industriales alimenticios, se usa el líquido sobrenadante de aguas negras domésticas que se han mantenido por 24 a 36 horas a 20° C; para desechos industriales que contengan materia orgánica, se emplean inóculos cultivados en laboratorio o el agua de la misma corriente receptora tomada a unos 3 a 8 Km aguas abajo del punto de descarga del desecho. Es suficiente con verter 2 ml de desechos por litro de agua de dilución; ésta puede tener una gama de pH de 6.5 a 8.5 y debe conservarse tan cerca de 20° C como sea posible.

Para el control del agua de dilución se llenan 2 frascos para DBO con esta agua; uno de ellos se tapa y se incuba; al otro se le determina de inmediato el OD. Se usan soluciones testigo que sirven como referencia para todos los cálculos de la DBO.

### 3.5.2. Bacteriología.

Las aguas contaminadas principalmente con aguas negras, contienen incontables organismos, la mayoría de los cuales son demasiado pequeños para ser visibles a simple vista. Son la parte viva natural cuya determinación es de suma importancia por conocerse con ella, prácticamente la historia de la contaminación del agua.

Los microorganismos que interesan son: algas, hongos, bacterias, protozoos y algunas de las formas superiores como huevesillos y larvas. El conocerlos es de gran auxilio para el analista porque con ellos se puede clasificar mejor el tipo de agua que se está estudiando; además de indicar el grado de contaminación con aguas residuales que pudiera tener el agua al momento de tomar la muestra.

Las bacterias constituyen la clase Schizomycetes consideradas como las más primitivas de los vegetales; son típicamente unicelulares y llegan a medir entre una y ocho micras.

La forma de las bacterias puede ser la esférica o la alargada; las de forma esférica reciben el nombre de coccus, las alargadas en forma de barra recta bacillus, y la alargada en forma de barra curva spirillum.

Las células están formadas de protoplasma y observadas al microscopio electrónico acusan la presencia de un núcleo. Casi siempre las bacterias presentan pigmentación, pero no tienen el color verdoso de la materia clorofílica por no existir en éstas. Algunas tienen movimiento propio como los flagelados.

Es frecuente en algunas bacterias la formación de esporas; éstas son generalmente muy resistentes a las condiciones desfavorables tanto de humedad como de temperatura. La esterilización se funda en la eliminación total de esta forma.

En algunas ocasiones se puede identificar a las bacterias por los métodos de reproducción. Tienen la particula-

ridad de reproducirse muy rápidamente; algunas formas pueden crecer y subdividirse en sólo 15 minutos. El aumento en número se presenta bajo determinada ley de crecimiento en la cual se observan distintas fases de acuerdo con el medio en que se reproducen.

De acuerdo al medio de desarrollo, las bacterias se dividen en:

- a) Naturales del agua
- b) Provenientes del suelo
- c) De origen intestinal o de aguas negras

Las naturales del agua en general no son patógenas; son típicas las *Pseudomonas*, *Serratia flavobacterium* y *chromobacterium*.

Las provenientes del suelo tampoco son patógenas; se hallan frecuentemente *Bacillus* y *aerobacillus*.

Las bacterias de origen intestinal o de aguas negras que por supuesto provienen del agua o del suelo, pueden ser o no patógenas; entre las no patógenas se encuentra la *Escherichia coli* típica del hombre, *aerobacter* y *proteus*. Entre las patógenas las salmonellas (*S. typhimurium*, *S. typhi*, *S. enteritidis*) las shigellas (*S. sonnei*, *S. flexneri*, *S. dysenteriae*) y serogrupos de *E. coli*.

En general este tipo de bacterias vive poco tiempo en el agua al no encontrarse en un ambiente propicio; interfieren la temperatura, luz, presión, acidez, etc. su presencia indica contaminación con aguas negras. La turbiedad provocada por los sólidos al ser arrastrados por los escurrimientos del agua, ayudan a la eliminación de bacterias, pegándose éstas a los sólidos y trasladadas rápidamente al fondo. Función parecida hace el plancton y finalmente los peces y especies superiores que indirectamente consumen grandes cantidades.

De acuerdo a las temperaturas óptimas para el desarrollo de las bacterias, éstas se dividen en psicrófilas cuando viven entre los 15° y 20° C; a este grupo pertenecen las acuáticas<sup>(40)</sup>. Mesófilas cuando prefieren entre 25° y 45° C, a este grupo pertenecen la mayoría de las patógenas. Termófilas entre 45° y 55 ° C. Todas ellas pueden vivir

dentro de una variación de temperatura mínima a máxima, pero bajan su actividad en todos sentidos cuando se hallan fuera de las acostumbradas. Algunas bacterias resisten temperaturas tan bajas como las del aire líquido (-250°C) y otras resisten temperaturas tan altas como 70° C.

Con el examen bacteriológico de aguas para provecho directo humano, se obtiene una determinación aproximada del número total de bacterias pudiéndose así comprobar la presencia o ausencia de bacterias intestinales sobre todo de tipo patógeno o procedentes de aguas negras.

Lo que se investiga en realidad es la presencia de ciertos microorganismos característicos en los excrementos de animales de sangre caliente, incluso el hombre y que por consiguiente sirven de indicadores de la contaminación con aguas negras. Entre los organismos seleccionados para este objeto, está el grupo de bacterias coliformes que tienen su desarrollo natural en el conducto intestinal de los humanos; también el *Escherichia coli* es indicador de la contaminación fecal del agua y de la posible presencia de los parásitos intestinales y por consiguiente de bacterias patógenas.

El grupo coliforme cuyo nombre viene de colon (intestino grueso) y al que sirve de tipo la *Escherichia coli*, incluye a todas las bacterias no formadoras de esporas y Gram negativas, en forma de bastón, que fermentan a la lactosa con producción de gas a 35° C en 48 horas<sup>(31)</sup>. La adición de parte de una muestra de agua a caldo nutritivo que contenga lactosa, incubándola y observando el desprendimiento de gas, proporciona una evidencia de que se encuentran presentes los coliformes. Debido a que existen otras bacterias que pueden fermentar a la lactosa, la presencia del grupo coliforme se debe confirmar mediante reacciones verificativas.

### 3.5.3, Número más probable (NMP)

La estimación del conjunto de bacterias del grupo

coliforme presentes en un determinado volumen de agua, será un índice de la intensidad de contaminación.

Cualquier prueba de fermentación positiva en caldo lactosado, es decir, que muestre formación de gas después de 24 o 48 horas, indica la presencia de bacterias coliformes en una cantidad proporcional al volumen de muestra que se haya examinado. Usando diferentes volúmenes de muestra, es posible hacer una estimación cuantitativa del número de bacterias coliformes presentes. Si se conoce el número de tubos positivos y negativos correspondientes a cada dilución, se puede calcular el número probable de organismos el cual usualmente se expresa como número más probable (NMP) de bacterias del grupo observado.

El humano tiene permanentemente coli en gran número y aunque no es patógeno, se ha considerado como base para interpretar la contaminación bacteriana. Cabe hacer la aclaración que varios serotipos de *E. coli* son los responsables de gastroenteritis y diarreas sobre todo en recién nacidos y niños menores de 5 años<sup>(30)</sup>.

Es muy sencillo detectar el grupo coli dado el número como se desaloja, la facilidad con que se les encuentra y las técnicas de determinación en laboratorio.

Si la *E. coli* está presente en una agua, es indicio de que se ha contaminado con materia fecal humana, puesto que es típica del hombre y se excreta precisamente a través de la materia fecal. Dada la facilidad de detección y al número tan grande que se desaloja, se puede relacionar con la presencia de otras bacterias difíciles de determinar en laboratorio. Haciendo una relación entre bacterias coliforme y las demás, se ha encontrado por ejemplo que por un millón de *E. coli* hay de 3 a 30 *Salmonella typhosa*; y la posibilidad de enfermar de diarrea entérica está en proporción de 1 por 50 coli<sup>(25)</sup>.

Existen pruebas bacteriológicas de tipo presuntivo y confirmativo. La presuntiva es aquella en que se han hecho las pruebas correspondientes para encor *E. coli*, pero cuya reacción puede no deberse exclusiv. a éste

## 72 Evaluación, efectos y solución de la contaminación de aguas

sino a otras bacterias tipo *Aerobacter*, que producen gas y pueden confundirse con la *Escherichia coli*. La prueba presuntiva estima que hay colibacilos; la confirmativa dirá el número o cantidad definitiva de ellos.

El NMP confirmado es un dato más riguroso y obviamente menor que el presuntivo, siendo los dos de tipo cuantitativo. Es presuntivo en cuanto que se ha encontrado que existe un determinado número del grupo coliforme en un volumen de muestra; es confirmativo cuando se asegura que existe sólo éste. Realizar una prueba confirmativa, implica más tiempo, costo y delicadeza, razón por la cual muchas veces no se llega hasta esta prueba a menos de que lo amerite el estudio.

Se recomienda que el lapso entre la recolección y el análisis para una muestra no refrigerada no pase de 8 h (6 h para el transporte y 2 h para su proceso). En caso de no poderse hacer dentro de este límite se deberá mantener desde un principio en refrigeración a unos 10°C o menos y hacer su análisis antes de 30 h.

## Determinación.

## a) Técnica de filtros de membrana.

Este método es muy usado ya que permite obtener:

1. Mayor grado de precisión
2. Examen de mayores volúmenes de muestras
3. Filtración de las muestras en el campo
4. Embarque de los filtros al laboratorio en su propio medio.
5. Resultados en menor tiempo que el requerido por otros métodos.

El método consiste en la filtración de la muestra a través de una membrana que retiene a las bacterias; se coloca en un receptáculo provisto de un embudo fijado a un matraz de filtración al vacío. Después de filtrada la muestra se retira la membrana y se mantiene en incubación en un medio de cultivo durante  $20 \pm 2$  h y a  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$

Para el conteo de las colonias se usa un microscopio binocular de disección de campo amplio con aumento de 10 a 15 diámetros.

## b) Bacteriología en medio sólido.

Se puede hacer el cultivo de bacterias en un medio líquido o sólido de tipo gelatinoso. Se ponen los alimentos necesarios para que se reproduzcan y ciertas sustancias que inhiben la vida de otros microorganismos. El medio sólido se coloca en una caja de Petri, donde se incuban; se inocula con una asa estéril que toma una pequeña cantidad de agua contaminada que se pasa por la superficie. Las bacterias comienzan a reproducirse para formar colonias. Se supone que cada colonia está originada por una bacteria. Algún tipo de bacterias cuando se incuban en gelatina, la licúan sirviendo como indicio para su clasificación.

## c) Bacteriología en medio líquido.

El NMP se basa en leyes de probabilidad empleando los resultados positivos y negativos de los tubos incubados y de acuerdo a la porción de la muestra. Con cinco porciones de muestra de cada uno de los volúmenes de 10 ml, 1 ml y 0.1 ml respectivamente, pueden obtenerse resultados cuantitativos que varían de 2-2400 bacterias coliformes por ml. Se usan tubos que contienen un líquido nutritivo a base de caldo lactosado; se introduce un tubo más pequeño en forma invertida que se llena y permanece en el fondo. Se esteriliza el conjunto para evitar la procreación de bacterias en el medio. Con una asa se reparte una pequeña cantidad de la muestra en el medio líquido o bien se vierte una cantidad mayor de agua de la cual se va a obtener su NMP. Las bacterias se empiezan a reproducir en todo el medio y lo hacen con suma rapidez. Cada bacteria produce un poco de gas, pero en conjunto y por ser tantas las bacterias, el gas que se desprende es mucho, parte del cual queda atrapado en el tubo inver-

tido. Cuando esto sucede se dice que la prueba es positiva. Véase Figura N° 13.

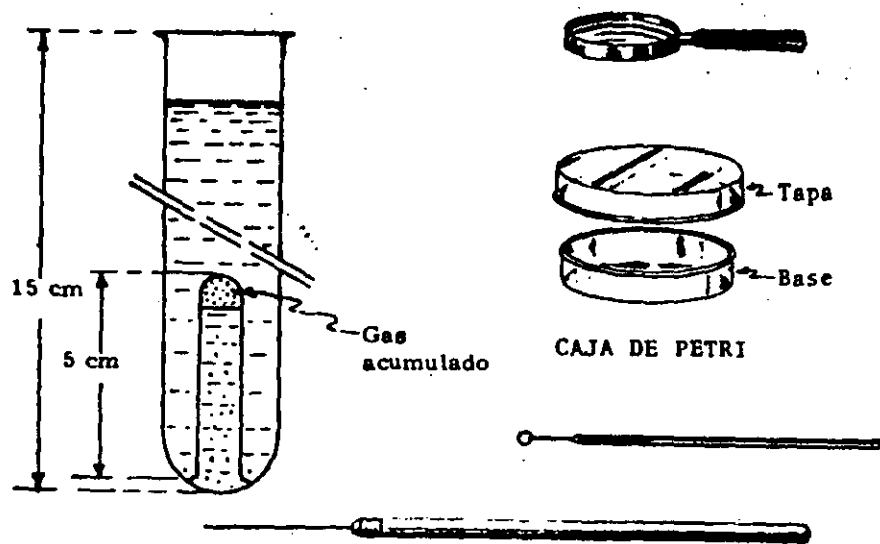


FIGURA N° 13. Materiales para determinar el NMP colibacilos

#### d) Microscopía.

El análisis bacteriológico se complementa con la observación microscópica. De cualquier medio que ha desarrollado el grupo coli, se toma una muestra que se coloca en un cristal portaobjetos, la cual se procesa generalmente con la coloración Gram.

La coloración Gram divide a las bacterias en dos grupos como resultado de sus reacciones colorimétricas; las que retienen el color rojo del yoduro lugol que interviene en su composición y las que se tiñen de azul a causa de la solución de cristales de violeta que forma parte del cultivo. Las que se tiñen de rojo se denominan Gram

negativas; a este grupo pertenece la *E. coli* que como bacilo, toma ese color. Las que se tiñen de azul reciben el nombre de Gram positivas como la mayoría de las bacterias esféricas.

La coloración Gram no es una prueba absoluta y deberá usarse con criterio. Los cultivos de más de 24 h empiezan a perder sus cualidades positivas de Gram; además, se ha notado que algunas bacterias de un mismo cultivo son de Gram variable, es decir, que unas podrán tomar el color rojo mientras otras el azul sin ser distintas.

#### 3.5.4. Algas.

El olor del agua en ríos y principalmente en lagos, así como el sabor cuando en forma natural se pueda ingerir, pueden deberse a muchas causas, siendo una de las más importantes la proliferación de vegetales acuáticos unicelulares (algas) que flotan o nadan en forma libre y que generalmente sólo pueden ser vistos al microscopio. Los almacenamientos de aguas descubiertos son los lugares más expuestos a la proliferación de algas, ya que éstas contienen clorofila y necesitan de la luz solar para su metabolismo; Las algas secretan aceites que son descargados durante sus procesos vitales y que son liberados después de la muerte y desintegración de las células, produciendo los olores y sabores característicos en las aguas.

Las algas constituyen el alimento principal de los animales acuáticos; son productoras de oxígeno en el agua y facilitan la reoxigenación de la misma cuando se tiene bastante materia orgánica en vías de descomposición. Por su acción fotosintética juegan un papel muy importante en los procesos de purificación de aguas contaminadas.

Las algas son un grupo heterogeneo de las plantas criptógamas y más precisamente de las tallophytas, que comprenden 40 grandes clases y multitud de pequeños grupos todavía no estudiados por completo<sup>(41)</sup>, estimándose que existen entre 20,000 a 25,000 especies<sup>(42)</sup>. Tienen una larga

historia fósil, presumiéndose que algunas de ellas, tal y como viven actualmente, posiblemente se remonten a la época del origen de las plantas unicelulares fotosintéticas.

Pueden ser unicelulares o formando colonias. Las celulares se dividen en inmóviles (protococoidales), amibeáceas (rizopoidales) y móviles (flagelados). La forma colonial puede estar constituida por la división celular aglutinada en una masa musilaginosa (tetrásporal), por yuxtaposición de células subsecuentes a su división (coenobiales) o por un conjunto de células móviles (coenobiales flagelados).

Se reconocen en las células de la inmensa mayoría de las algas, bien sean unicelulares o multicelulares, los elementos fundamentales: la membrana, el citoplasma y el núcleo. Sin embargo, el grupo de las Cyanophytas presenta una estructura celular con características singulares que las hacen muy distintas de las otras, pues se dice de ellas que son los primeros seres vivos que aparecieron en la tierra.

Entre los diversos constituyentes de la célula y más precisamente sobre los que hacen que se integre la materia viva, figuran ciertos elementos portadores de pigmentos que reciben el nombre de cromatóforos y que son de dimensiones y forma muy variable. Gracias a estos pigmentos asimiladores fotosintéticos, las algas son autótrofas.

De una manera general, todas las algas pueden clasificarse de vegetales verdes porque sus cromatóforos contienen siempre clorofila de color verde; en otras va acompañada de carotenoides dando colores que van del amarillo al rojo carmín.

Las algas de importancia sanitaria son las siguientes<sup>(45)</sup>:

- a) Chlorophyta (algas verdes)
- b) Cyanophyta (algas azul-verde)
- c) Chrysophyta (Algas amarillas o amarillas café)
- d) Euglenophyta (euglenoides)
- e) Chryptophyta (cryptomonales)
- f) Pyrrophyta (dinoflagelados)
- g) Rhodophyta (algas rojas)
- h) Chloromonadophyta (chloromonales)
- i) Phaeophytas (algas cafés)

#### a) Chlorophyta.

Son plantas unicelulares, coloniales o filamentosas; se hallan flotando, nadando o fijas. Las células contienen plastidios (cloroplastos) en los que predomina la clorofila y además cuerpos brillantes almacenadores de almidón: los pirenoides. Los pigmentos que contienen son: dos tipos de clorofila; dos carotenes; tres o cuatro xantofilas; y algunas veces hematocroma. Su núcleo está bien definido; su pared celular que raramente falta, está compuesta de celulosa y pectosa. Las células libres o el elemento reproductor móvil, están dotados generalmente de dos pero a veces de cuatro y hasta de ocho flagelos de igual longitud, colocados en el extremo anterior. Su reproducción es sexual por iso, aniso o heterogametos. Véase Figura Nº 14.

#### b) Cyanophyta.

Son plantas unicelulares o coloniales con filamentos simples o ramificados, aunque algunas veces falsamente ramificados. Sus cloroplastos son débiles; los pigmentos en solución que colorean por completo al protoplasma son frecuentemente más densos en la periferia de la célula. Sus pigmentos son: clorofila a, carotenes, dos xantofilas, ficoeritrina y ficocianina. La cubierta de la célula es tan delgada que en ocasiones es solamente una envoltura gelatinosa externa. A veces se observan pseudovacúolas

en las que se refracta la luz y el color oscuro de la célula y puede aparecer como verde, azul-verde, verde pardo, violeta, canela, café o púrpura. Su núcleo es defectuoso y se presenta como un grupo de gránulos de la región central del cuerpo de la célula. Son escasas las células móviles. La reproducción generalmente es asexual por fisión o por esporas. Es dudoso su contenido de alimentos almacenados, presumiéndose que se trata de almidón en flor.

#### c) Chrysophyta.

Pueden presentarse en forma aislada o colonial; raramente filamentosas. Los pigmentos contenidos en los cromatóforos que le dan color amarillo o café son: clorofila, un caroteno, fucoxantina y luteína. Almacenan alimento en forma de aceite o leucocina; en este último caso, la célula adquiere un brillo metálico. La pared celular es relativamente delgada de pectina e impregnada a menudo con silicón (especialmente en las diatomeas) algunas veces está formada de dos secciones con traslape en la región central. Las células móviles y los elementos reproductores nadantes, están ataviados con dos flagelos de desigual longitud y a veces de uno solo.

#### d) Euglenophyta.

Células solitarias que nadan con uno o dos y raramente tres flagelos. Una especie de boca o cavidad se encuentra en su extremo anterior, así como un ojo elemental que aparece como un punto de color rojo. Los cloroplastos varían de forma y contienen dos clorofilas, un caroteno y posiblemente dos xantofilos. Los pirenoides usualmente presentes en algunos géneros se hallan, bien en los cloroplastos o libres en la célula. El alimento lo almacenan como almidón insoluble. Su núcleo es grande y localizado en la parte central. La membrana celular en forma de una película, es rígida o plástica, frecuentemente estriada. La reproducción sexual es rara; más bien lo hacen por

división celular y por enquistamiento, seguido por la multiplicación de la célula.

#### e) Cryptophyta.

Células solitarias, raramente en colonias; nadadoras; muy parecidas a los protozoarios con dos flagelos incertados en la parte lateral o subapical y de distinto tamaño. Sus cromatóforos son pocos pero muy anchos y de color café, azul o rojo, con pirenoides comunmente presentes. Los pigmentos son clorofila, xantofila y probablemente algún otro. Almacena sus alimentos como almidón sólido o sustancias muy parecidas a éste. La membrana celular es un periplasto rígido. Contiene en su extremo anterior una especie de boca o garganta. Su reproducción es por división longitudinal de la célula; no se conoce ningún caso de reproducción sexual.

#### f) Pyrrophyta.

Células solitarias, raramente filamentosas en el género marino. Nadan mediante dos flagelos de aproximadamente igual longitud, uno incertado en una fisura transversal a la célula y otro en el punto inicial de otra longitudinal. En su mayor parte las células son ceñidas dorsalmente; la fisura longitudinal se extiende a lo largo de la superficie ventral. La pared celular es dura y simple o formada de placas poligonales en arreglo regular, dando la impresión de una estructura blindada. Contiene como pigmento a dos tipos de clorofila, un caroteno, cuatro xantofilos y ficopirrina; los peridinos rojos algunas veces predominan, dando al conjunto de organismos en masa el color característico de la marea roja. Almacenan almidón como alimento o sustancias parecidas y aceites. A veces se halla presente un pigmento luminoso que puede ser probablemente un ojo rudimentario. La reproducción se lleva a cabo por división longitudinal de la célula; en algunos géneros se hace mediante zoosporas asexuales; la forma sexual no se les conoce.



g) Rhodophyta.

Plantas simples o ramificadas, y en un género dudoso, unicelulares. Los pigmentos contenidos en los cromatóforos incluyen dos clorofilas, dos carotenos, luteína, xantofila, ficoeritrina en forma abundante y ficocianina; en los géneros de agua dulce la ficoeritrina es escasa y las plantas son generalmente verde-pardo, verde-violeta o rojo acanelado. La reserva de alimentos es a base de almidón en flor. La pared celular es relativamente delgada, algunas veces con poros de comunicación intercelular y altamente mucilaginosa. La reproducción sexual es a base de heterogametos; la reproducción asexual es por monoesporas y por tetraesporas. La movilidad es nula tanto en las células vegetativas como en las reproductoras. Los tallos son a veces de dimensiones macroscópicas.

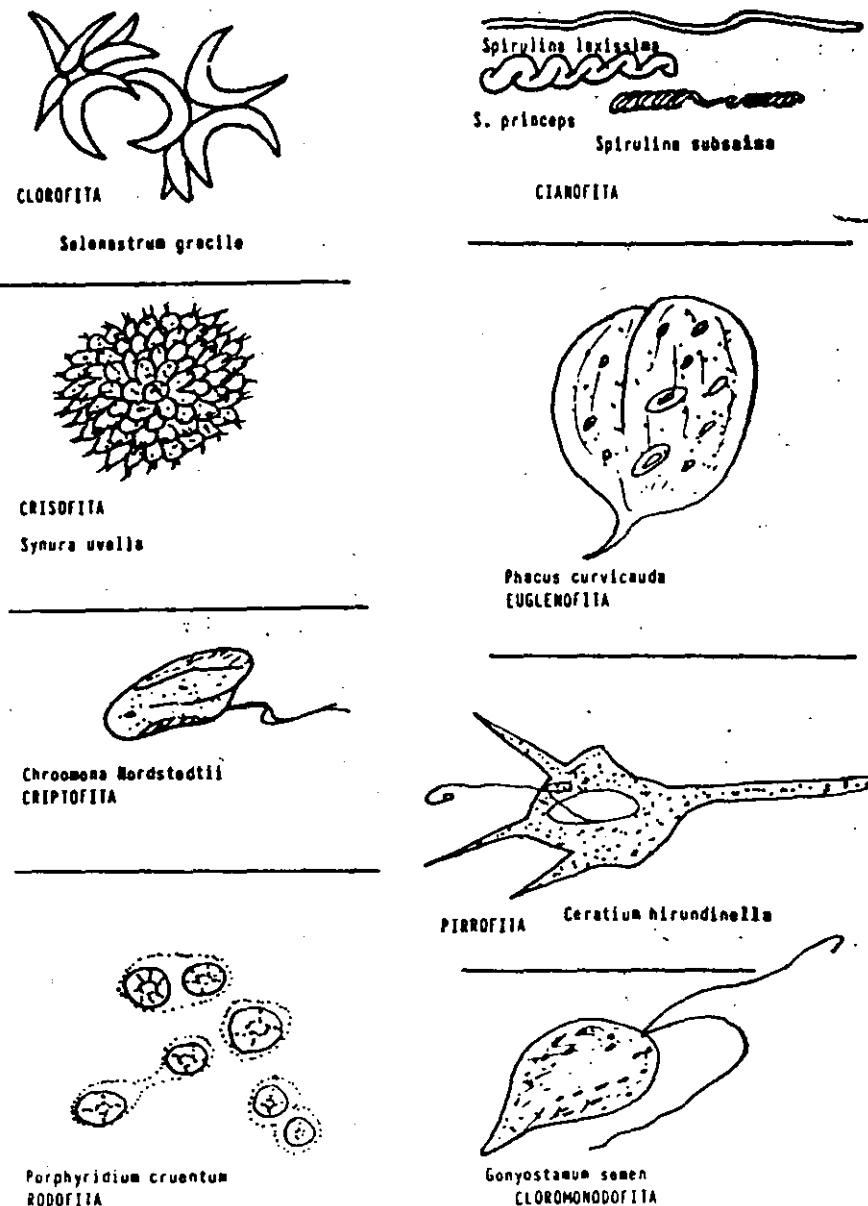
h) Chloromonadophytas.

Es un grupo dudoso y escasamente conocido compuesto de pocos géneros y especies. Son células solitarias que nadan con uno o dos flagelos colocados en su parte apical. Cuando tienen cromatóforos, la xantofila predomina sobre la clorofila. La reserva alimenticia la constituye aceites y grasas. Poseen vacuolas y un reservorio en la parte extrema anterior de la célula. Tienen en arregloradial tricostis que están muy cerca de la membrana celular. La reproducción sexual se desconoce, lo hacen por división celular.

i) Phaeophyta.

Son típicas de aguas marinas, esencialmente filamentosas y casi siempre de gran tamaño aunque existen algunas microscópicas; sus pigmentos son dos xantofilas que incluye fucoxantina. Almacena alimentos como carbohidratos solubles incluyendo alcohol (manitol). Algunas veces se presentan pirinoides. La reproducción asexual es por zoosporas reniformes con dos flagelos laterales y la sexual por iso, aniso o heterogametos.

FIGURA Nº 14. Algunas especies de algas.



## Determinación.

Si el agua contiene pocos microorganismos, se concentra la muestra mediante centrifugación o usando el embudo de Sedgwick Rafter. Se toma un mililitro de la muestra concentrada y se coloca en la celda de enumeración; posteriormente se usa el microscopio para realizar el conteo de organismos, auxiliándose del micrómetro de Whipple (véase Figura N° 15). El micrómetro de Whipple es un disco de cristal que lleva grabada una retícula de líneas equidistantes trazadas en ángulo recto y subdividida una parte en franjas menores, cuyo fin es medir los objetos microscópicos y delimitar con exactitud los campos observados. Este aditamento se coloca en el plano focal del lente ocular.

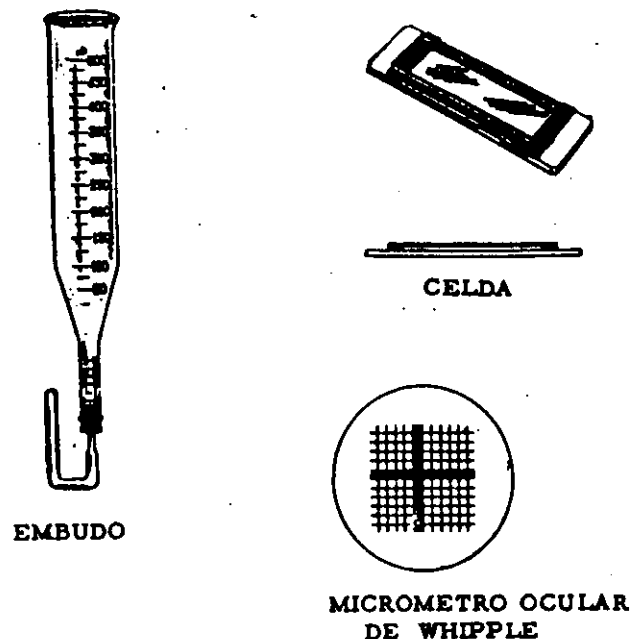


FIGURA N° 15. Equipo de Sedgwick Rafter.

Para el conteo se eligen normalmente diez sitios al azar dentro de la celda. Se cuentan los organismos que caen dentro del campo del micrómetro y aquellos que lo están en más de la mitad de su cuerpo. En caso de microorganismos en movimiento, debe hacerse la observación lo más rápido posible y contar los que estén bajo la condición anterior, no descontando o añadiendo aquellos que ya han quedado atrás del área de conteo.

Los diez campos observados representan una pequeña parte del área que tiene la celda; sin embargo, se supone que es el promedio para extrapolarlos a la totalidad. Finalmente debe tomarse en consideración la concentración que se hizo de la muestra para dar los resultados en número de organismos por mililitro. Cabe hacer la aclaración de que existen otros métodos y otras unidades para conocer el contenido de microorganismos en la muestra, pero el que se ha descrito es uno de los más empleados por su sencillez y fácil interpretación en trabajos de ingeniería.

## 3.6: Ejemplos de análisis

Para tener idea de los contenidos y medida de los parámetros descritos en las aguas contaminadas, se muestran algunos resultados de análisis. La Tabla N° 18 contiene los datos promedio de un año de observación en los ríos San Javier, Tlalnepantla, Los Remedios y Mixcoac<sup>(44)</sup>. Todos ellos reciben aguas de desecho industrial, sobre todo los tres primeros.

La Tabla N° 19 contiene los datos obtenidos como promedio anual en la Estación San Lázaro<sup>(44)</sup>, con aportación de aguas mezcladas con baja influencia de desechos industriales; allí mismo se incluyen los datos para la Prolongación Sur del Gran Canal correspondientes a un muestreo horario de un día completo en el año de 1954<sup>(45)</sup>.

La Tabla N° 20 contiene los datos de análisis realizados en los desagües de la Ciudad de León, Gto.<sup>(46)</sup> en los sitios.

TABLA N° 18  
DATOS PROMEDIO ANUALES

Parámetro	Unidad	RIOS			
		San Javier	Tlalnepantla	Los Remedios	Mixcoac
pH	-	6.87	6.90	7.00	7.23
C.E.	µmohs/cm	3057.67	2535.67	1163.00	659.00
ST	mg/l	2315.67	1803.33	937.00	641.33
SST	mg/l	418.33	247.00	255.33	218.33
SDT	mg/l	1907.33	1555.67	702.67	420.67
STV	mg/l	766.33	836.67	391.00	325.00
SS	ml/l	9.70	1.77	2.37	2.39
DBO	mg/l	570.67	486.67	228.67	181.00
DQO	mg/l	1316.67	1150.67	604.00	367.33
N-NH <sub>3</sub>	mg/l	17.47	11.07	14.17	12.67
N-ORG	mg/l	10.60	7.90	6.17	5.17
N-TOT	mg/l	28.30	25.00	20.33	17.83
P-TOT	mg/l	11.40	9.13	8.33	8.02
G y A	mg/l	144.30	98.53	79.37	115.50
SAAM	mg/l	6.90	10.83	9.13	11.00
BORO	mg/l	3.35	1.90	1.38	0.55
SULFATOS	mg/l	366.33	196.67	101.37	89.07
CLORUROS	mg/l	398.33	188.53	114.60	54.47
CIANURO	mg/l	.03	.16	.04	.01
FENOL	mg/l	.56	.53	.51	.69
CAOMIO	mg/l	.01	.01	.06	.01
PLOMO	mg/l	.35	.31	.19	.13

Fuente: D.D.F.

TABLA N° 19  
DATOS PROMEDIO

Parámetro	Unidad	San Lázaro	Prolongación Sur	Gran Canal
pH	-	7.23	-	7.14
C.E.	µmohs/cm	1119.33	-	-
ST	mg/l	786.67	-	986.00
SST	mg/l	94.67	-	210.00
SDT	mg/l	689.67	-	776.00
STV	mg/l	350.33	-	378.00
SS	mg/l	1.34	-	4.30
DBO	mg/l	191.67	-	129.70
DQO	mg/l	397.67	-	-
N-NH <sub>3</sub>	mg/l	16.33	-	14.46
N-ORG	mg/l	7.53	-	2.37
N-TOT	mg/l	23.83	-	16.84
P-TOT	mg/l	7.77	-	-
G y A	mg/l	86.80	-	28.2
SAAM	mg/l	9.30	-	-
BORO	mg/l	.87	-	-
SULFATOS	mg/l	77.80	-	-
CLORUROS	mg/l	107.23	-	145.00
PLOMO	mg/l	.23	-	-

Fuente: D.D.F.

## CAPITULO 5

## INDICE DE CALIDAD

5.1. Evaluación de la contaminación

A fin de conocer el estado que guarda el agua respecto a su calidad, se hace uso de ciertos parámetros característicos que rigurosamente pueden llegar a ser del orden de cientos; sin embargo no todos son necesarios para la mayoría de las investigaciones, pudiéndose disminuir a solo decenas. Entre éstos se hallan las determinaciones de oxígeno disuelto, DBO, DQO, pH, temperatura, turbiedad, conductividad eléctrica, NMP coliforme y plancton. Además, los que pudieran servir en particular y según los objetivos del estudio como: detergentes, metales pesados y sustancias tóxicas. Por ejemplo, si el agua que se investiga sostiene una basta extensión agrícola, los parámetros solicitados en el análisis serán diferentes a los del agua que se usa para producción de peces y también serán distintos a los del agua destinada para recreación; de todas maneras, subsisten parámetros comunes que son en general los mínimos a que se ha hecho referencia.

El tipo y forma de análisis a que se someten las mues-

tras dependen de la magnitud del proyecto, recursos económicos y algo que siempre se escatima: el tiempo disponible.

Es deseable que la investigación de proyecto a tiempos que lleguen a cubrir la intervención de los fenómenos naturales como lluvias, días soleados, cambios de temperatura ambiente, vientos, etc; lo que en muchos casos se logra en apenas un año completo. Peor será cuando se cubran ciclos vitales de plancton, peces y crustáceos.

El número y frecuencia de los muestreos debe ser objeto de estudios minuciosos que finalmente definan el plan a seguir durante la etapa de investigación ya que de esta información se derivarán los resultados y medidas correctivas a emplear. Es aquí donde debe considerarse el aspecto económico porque implica muchas veces el uso de equipo especializado, personal competente y experimentado, así como laboratorios fijos o móviles con todos los elementos para efectuar los análisis solicitados.

Rigurosamente con estas actividades se inicia o complementa la fase de evaluación puesto que la tabla de resultados de los análisis físicos, químicos, biológicos y microscópicos realizados, podrán compararse con los valores aceptables para el uso a que se destina esa agua y con ello, definir la forma de eliminar o disminuir los contenidos que se consideren en demasía. Sin embargo, esta evaluación solo puede ser hecha por un experto y quizá varíe según el criterio de un investigador a otro. Por eso se ha buscado y se propone una metodología para definir un índice de calidad<sup>(26)</sup> que es producto de teorías expuestas por especialistas en el ramo.

### 5.2. Índice de calidad

Mediante el índice de calidad se logra un patrón de comparación entre los distintos cuerpos de agua, comprendido con mayor claridad por el público en general. No obstante que se logra un valor de conjunto, debe considerarse

el resultado de cada uno de los parámetros que intervienen, con objeto de dilucidar efectos específicos. En parte esta observación está contemplada al definir la curva y su ecuación de los factores, así como por el coeficiente que se propone asignarle por importancia a cada parámetro.

El índice de calidad varía de 0 a 100. El valor nulo corresponde al peor caso y el máximo a la calidad óptima. Se puede conocer aplicando la ecuación:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i \cdot w_i)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

I = Índice de calidad general

I<sub>i</sub> = Índice de calidad del parámetro considerado

w<sub>i</sub> = Valor de la importancia relativa del parámetro considerado

La Tabla N° 25 contiene los valores de la importancia relativa para 18 parámetros que se proponen como básicos en el estudio de referencia.

TABLA N° 25  
IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS PARÁMETROS PARA  
DEFINIR EL ÍNDICE DE CALIDAD.

Parámetro	Importancia relativa	Parámetro	Importancia relativa
pH	1.0	N de nitratos	2.0
Color	1.0	N amoniacal	2.0
Turbiedad	0.5	Fosfatos totales	2.0
Grasas y aceites	2.0	Cloruros	0.5
Sólidos suspendidos	1.0	Oxígeno disuelto	5.0
Sólidos disueltos	0.5	DBO	5.0
Conductividad eléctrica	2.0	Coliformes totales	3.0
Alcalinidad	1.0	Coliformes fecales	4.0
Dureza total	1.0	Detergentes (SAAM)	3.0

Fuente: SARH (1979)

Las ecuaciones definidas para el índice de calidad individual de cada uno de los 18 parámetros seleccionados para conformar el índice general, son las siguientes:

## 1) pH

$$I_{pH} = 10^{0.2335pH + 0.440} \quad \text{Si el pH es menor que 6.7}$$

$$I_{pH} = 100 \quad \text{Si pH está entre 6.7 y 7.3}$$

$$I_{pH} = 10^{4.22 - 0.293pH} \quad \text{Si pH mayor que 7.3}$$

## 2) Color

$$I_c = 123(C)^{-0.295} \quad (C) \text{ en unidades de color escala de platino-cobalto}$$

## 3) Turbiedad

$$I_t = 108(t)^{-0.178} \quad (t) \text{ en U T J}$$

## 4) Grasas y aceites

$$I_{GyA} = 87.25(GyA)^{-0.298} \quad (GyA) \text{ en mg/l}$$

## 5) Sólidos suspendidos

$$I_{ss} = 266.5(ss)^{-0.37} \quad (ss) \text{ en mg/l}$$

## 6) Sólidos disueltos

$$I_{sd} = 109.1 - 0.0175(sd) \quad (sd) \text{ en mg/l}$$

## 7) Conductividad eléctrica

$$I_{CE} = 540(CE)^{-0.379} \quad (CE) \text{ en } \mu\text{mhos/cm}$$

## 8) Alcalinidad

$$I_a = 105(a)^{-0.186} \quad (a) \text{ en mg/l como CaCO}_3$$

## 9) Dureza total

$$I_D = 10^{1.974 - 0.00174(D)} \quad (D) \text{ en mg/l como CaCO}_3$$

## 10) N de nitratos

$$I_{NO_3} = 162.2(NO_3)^{-0.343} \quad (NO_3^-) \text{ en mg/l}$$

## 11) N amoniacal

$$I_{NH_3} = 45.8(NH_3)^{-0.343} \quad (NH_3) \text{ en mg/l}$$

## 12) Fosfatos totales

$$I_{PO_4} = 34.215(PO_4)^{-0.46} \quad (PO_4^{3-}) \text{ en mg/l}$$

## 13) Cloruros

$$I_{Cl} = 121(Cl)^{-0.223} \quad (Cl^-) \text{ en mg/l}$$

## 14) Oxígeno disuelto

$$I_{OD} = \frac{(OD)}{OD \text{ sat}} 100 \quad (OD) \text{ mg/l a } T^\circ \text{ de campo}$$

ODsat mg/l de saturación a misma  $T^\circ$  de campo

## 15) Demanda bioquímica de oxígeno

$$I_{DBO} = 120(DBO)^{-0.673} \quad (DBO) \text{ en mg/l}$$

## 16) Coliformes totales

$$I_{CT} = 97.5(CT)^{-0.27} \quad (CT) = \text{NMP coli/ml}$$

## 17) Coliformes fecales

$$I_{EC} = 97.5[5(Ec)]^{-0.27} \quad (Ec) = \text{Escherichia coli/ml}$$

## 18) Detergentes

$$I_{SAAM} = 100 - 16.678(SAAM) + 0.1587(SAAM)^2$$

(SAAM) en mg/l

De acuerdo al uso del agua puede verse en la Tabla N° 26 la calidad adecuada para el uso que se indica, en función del índice obtenido de la manera antes explicada.

## 5.3. Ejercicios

- 1) Grafique la ecuación del índice de calidad de cada parámetro.
- 2) Grafique según su criterio la curva de calidad

TABLA N° 26  
USOS DEL AGUA SEGUN INDICE DE CALIDAD

100	NO REQUIERE PURIFICACION	ACEPTABLE PARA CUALQUIER DEPORTE ACUATICO	ACEPTABLE PARA TODOS LOS ORGANISMOS	NO REQUIERE PURIFICACION	ACCEPTABLE	ACCEPTABLE
90	LIGERA PURIFICACION			LIGERA PURIFICACION PARA PEQUEÑOS PROCESOS		
80	MAYOR NECESIDAD DE TRATAMIENTO	ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE	EXCEPTO ESPECIES MUY SENSIBLES DUDOSO PARA ESPECIES SENSIBLES	SIN TRATAMIENTO PARA INDUSTRIA NORMAL	ACCEPTABLE	ACCEPTABLE
70				CON TRATAMIENTO EN LA MAYOR PARTE DE LA INDUSTRIA		
60	DUDOSO	DUDOSO PARA CONTACTO DIRECTO	SOLO ORGANISMOS MUY RESISTENTES	CON TRATAMIENTO EN LA MAYOR PARTE DE LA INDUSTRIA	ACCEPTABLE	ACCEPTABLE
50		SIN CONTACTO CON EL AGUA				
40	INACEPTABLE	USO MUY RESTRINGIDO	INACEPTABLE	USO MUY RESTRINGIDO	RESTRINGIDO	INACEPTABLE
30		INACEPTABLE		INACEPTABLE	INACEPTABLE	
20		INACEPTABLE		INACEPTABLE	INACEPTABLE	
10	ABASTECIMIENTO PUBLICO	RECREACION	PESCA Y VIDA ACUATICA	INDUSTRIAL Y AGRICOLA	NAVEGACION	INACEPTABLE
0						TRANSPORTE DE DESECHOS TRATADOS

de la DQO, de la temperatura y del mercurio. Obtenga la ecuación que mejor se adapte a la curva trazada para cada uno de esos parámetros.

- 3) Con los datos de la Tabla N° 18 obtenga el índice de calidad para cada uno de los ríos consignados.
- 4) Tómense los análisis de la Tabla N° 20 y obtenga los índices de calidad en los dos sitios muestreados en el colector de la Ciudad de León, Gto. Comente los resultados.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

***CURSOS ABIERTOS***

***EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL***

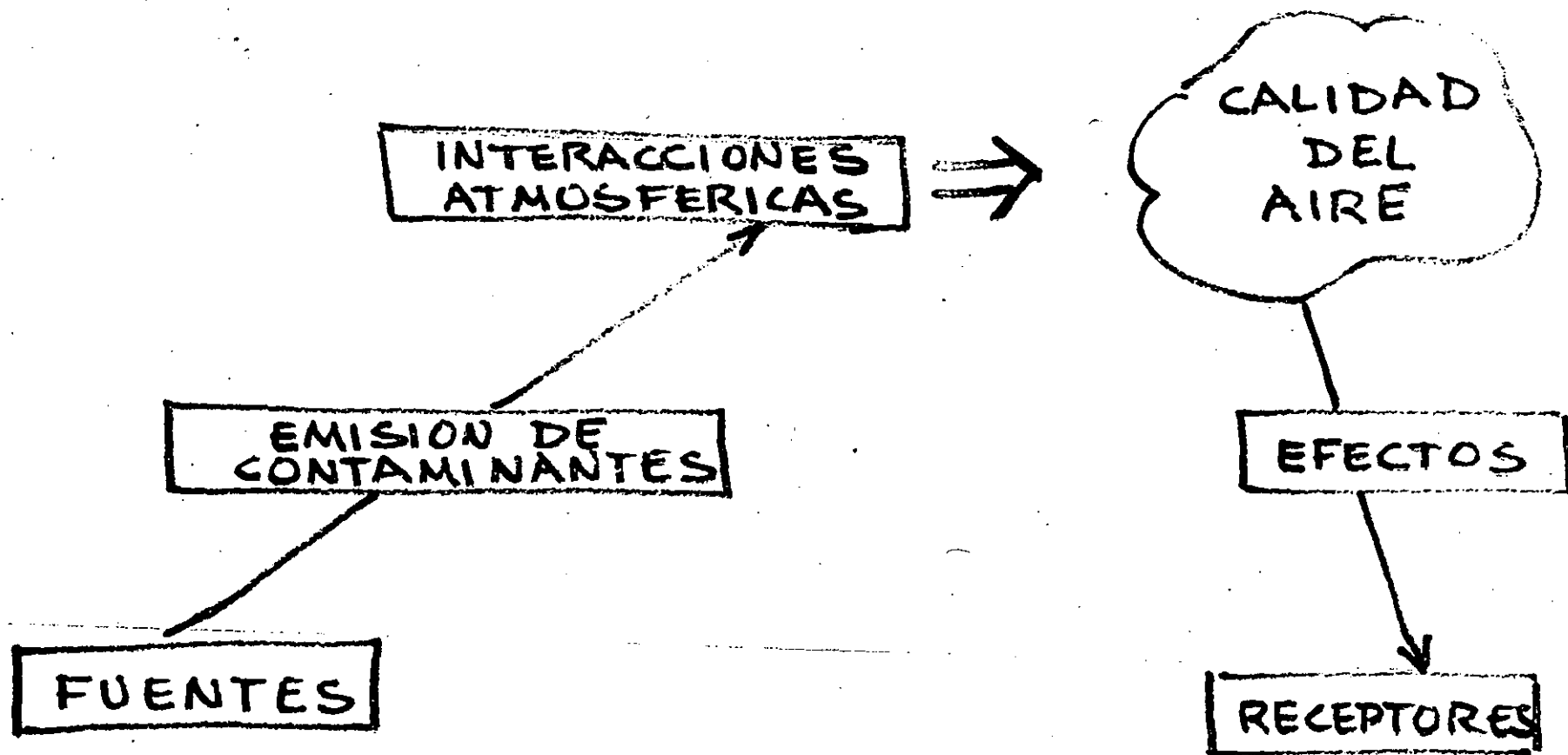
***APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS  
Del 31 de agosto al 11 de septiembre de 1992***

***7. AFECTACIONES A LA CALIDAD DEL AIRE***

***FIS. FRANCISCO NOVELO BURBANTE***

***AGOSTO-SEPTIEMBRE-1992***

# INTERRELACIONES EN LA CONTAMINACION ATMOSFERICA





# COMPOSICION DEL AIRE LIMPIO (SECO).

<u>ELEMENTO</u>	<u>PPM (VOL)</u>
NITROGENO	780,900
OXIGENO	209,400
AGUA	-----
ARGON	9,300
BIOXIDO DE CARBONO	315
NEON	18
HELIO	5.2
METANO	
KRIPTON	1.0 - 1.2 1.0
HIDROGENO	0.5
XENON	0.08
VAPORES ORGANICOS	0.02

Fuente: Stern, A.C., H.C. Wohlers, R.W. Boubel, & W.P. Lowry: Fundamentals of air pollution, Academic Press, New York, 1973.

EJEMPLO .- Considérese el diseño de una nueva planta de energía eléctrica, con tres unidades de 750 MW cada una.  
 Los combustibles disponibles son: carbón con bajo contenido de azufre, combustóleo y gas natural. Los análisis de ellos indican:

carbón	8% de ceniza	0.5% azufre	11,000 Btu/lb
combustóleo	-	1% azufre	18,000 Btu/lb
gas natural	-	-	19,000 Btu/lb (100 Btu/scf)

¿Cuáles serán las emisiones de partículas,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , para cada combustible? La eficiencia térmica de la planta se estima del 38%. ¿Qué combustible recomendaría?.

SOLUCION.

1) Análisis térmico: en total serán 2,250 MW. La energía requerida es:

$$\frac{2,250}{0.38} = 5,930 \times 10^6 \text{ watts} = 20,200 \times 10^6 \text{ Btu/hr.}$$

El carbón requerido es:

$$\frac{20,200 \times 10^6 \text{ Btu/hr}}{11,000 \text{ Btu/lb}} = 1,834 \times 10^3 \text{ lb/hr} = 917 \text{ Tons/hr} = 22,000 \text{ Ton/año}$$

Emisiones provenientes del uso del carbón; se calculan para partículas de la tabla 3.8 y para gases de la tabla 3.9.

Partículas:  $16(8\% \text{ ceniza}) \times 917 = 117,300 \text{ lb/hr}$

$\text{NO}_2$ :  $20 \times 917 = 18,340 \text{ lb/hr}$

$\text{SO}_2$ :  $38(0.5) \times 917 = 17,400 \text{ lb/hr}$

Gas requerido:

$$\frac{20,200 \times 10^6}{1,000 \text{ Btu/scf}} = 20.2 \times 10^6 \text{ scf/hr}$$

Emisiones:

Partículas:  $15 \times 20.2 = 303 \text{ lb/hr}$

$\text{NO}_2$ :  $390 \times 20.2 = 7,890 \text{ lb/hr}$

$\text{SO}_2$ :  $0.4 \times 20.2 = 8 \text{ lb/hr}$

Combustóleo requerido: Los factores de emisión están dados por 1000 galones de combustóleo.

$$\frac{20,200 \times 10^6}{18,000 \text{ Btu/lb}} = 1,120 \times 10^3 \text{ lb/hr}$$

o bien:  $\frac{1,120 \times 10^3 \text{ lb/hr}}{7.9 \text{ lb/gal}} = 142 \times 10^3 \text{ gal/hr}$

Emisiones.

Partículas:  $10 \times 142 = 1,420 \text{ lb/hr}$

NO<sub>2</sub>:  $104 \times 142 = 14,800 \text{ lb/hr}$

SO<sub>2</sub>:  $157 \times 1 \times 142 = 22,300 \text{ lb/hr}$

En resumen, las emisiones de la planta serían:

	Partículas	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
Carbón	117,300	17,400	18,340
Gas	303	8	1,890
Combustóleo	1,420	22,300	14,800

unidades: lb/hr

Esta tabla sugiere que el gas natural es la mejor elección ya que representa el mínimo de emisiones. Sin embargo es el combustible más caro y menos disponible.

Veamos algunos aspectos económicos, consideremos los siguientes precios (todos hipotéticos):

Gas: \$1,050 por millón de Btu.

Combustóleo: \$ 750 por millón de Btu.

Carbón \$ 540 por millón de Btu.

Calculemos ahora el costo de operación de la planta (únicamente por consumo de combustible) durante un año. Si la planta tiene una vida útil de 30 años, veamos cuanto costaría su control de contaminación, suponiendo que las emisiones se limitarán a las que resultan del empleo de gas. Los costos son:

Gas:  $1,050 \times 20,200 \times 8,760 \text{ hr/año} \approx \$186,000,000,000$

Combustóleo:  $750 \times 20,200 \times 8,760 \text{ hr/año} \approx \$132,600,000,000$

Carbón:  $540 \times 20,200 \times 8,760 \text{ hr/año} \approx \$95,400,000,000$

Ahora, para 30 años y tomando como base el uso de gas, el costo diferencial será:  $\$53,400,000,000 \times 30 = \$1,602 \times 10^9$  para el

combustóleo y para el carbón:

$$\$90,600,000,000 \times 30 = \$2,718 \times 10^9$$

Naturalmente estas cifras no significan las cantidades que habrán de gastarse en equipo de control durante 30 años para producir emisiones equivalentes a las del gas, cuando se usa combustóleo o carbón. Sin embargo estos números proporcionan la base para amplias discusiones. Nótese que para reducir la emisión de partículas por consumo de carbón al nivel de la que se obtiene con gas, ¡ Se requiere equipo de control con eficiencia del 99.7%!

TABLE 3.8 Particulate emission factors for coal combustion without control equipment

Type of unit	Particulate per ton of coal burned*, lb	Percent 44 microns or greater	Percent 20 to 44 microns	Percent 10 to 20 microns	Percent 5 to 10 microns	Percent less than 5 microns
Pulverized						
General	16A	25	23	20	17	15
Dry bottom	17A	25	23	20	17	15
Wet bottom without fly ash reinjection	13A	25	23	20	17	15
Wet bottom with fly ash reinjection†	24A	25	23	20	17	15
Cyclone	2A	10	7	8	10	65
Spreader stoker:						
without fly ash reinjection	13A	61	18	11	6	4
with fly ash reinjection†	20A	61	18	11	6	4
All other stokers	5A	70	16	8	4	2
Hand-fired equipment	20	-	-	-	-	100

\*The letter A on all units other than hand-fired equipment indicates that the percent ash in the coal should be multiplied by the value given. Example: If the factor is 17 and the ash content is 10 percent, the particulate emission before the control equipment would be 10 X 17, or 170 lb of particulate per ton of coal.

†Values should not be used as emission factors. Values represent the loading reaching the control equipment always used on this type of furnace.

TABLE 3.9 Gaseous emission factors for coal combustion (lb/ton of coal burned)

Pollutant	Type of unit		
	Power plant	Industrial	Domestic and commercial
Aldehydes (HCHO)	0.005	0.005	0.005
Carbon monoxide	0.5	3	50
Hydrocarbons (CH <sub>4</sub> )	0.2	1	10
Oxides of nitrogen (NO <sub>2</sub> )	20	20	8
Oxides of sulfur (SO <sub>2</sub> )	38S*	38S*	38S*

\*S = % sulfur in coal, e.g., if sulfur content is 2%, the oxides of sulfur emission would be 2 X 38 or 76 lb of sulfur oxides per ton of coal burned.

\* Tomado de: Air Pollution H. C. Perkins Mc Graw-Hill Book Company, New York.

**TABLE 3.10 Emission factors for natural gas combustion**  
(pounds per million cubic feet of natural gas burned)

Pollutant	Type of unit		
	Power plant	Industrial process boilers	Domestic and commercial heating units
Aldehydes (HCHO)	1	2	N
Carbon monoxide	N*	0.4	0.4
Hydrocarbons	N	N	N
Oxides of nitrogen (NO <sub>2</sub> )	390	214	116
Oxides of sulfur (SO <sub>2</sub> )	0.4	0.4	0.4
Other organics	3	5	N
Particulate	15	18	19

\*N = negligible.

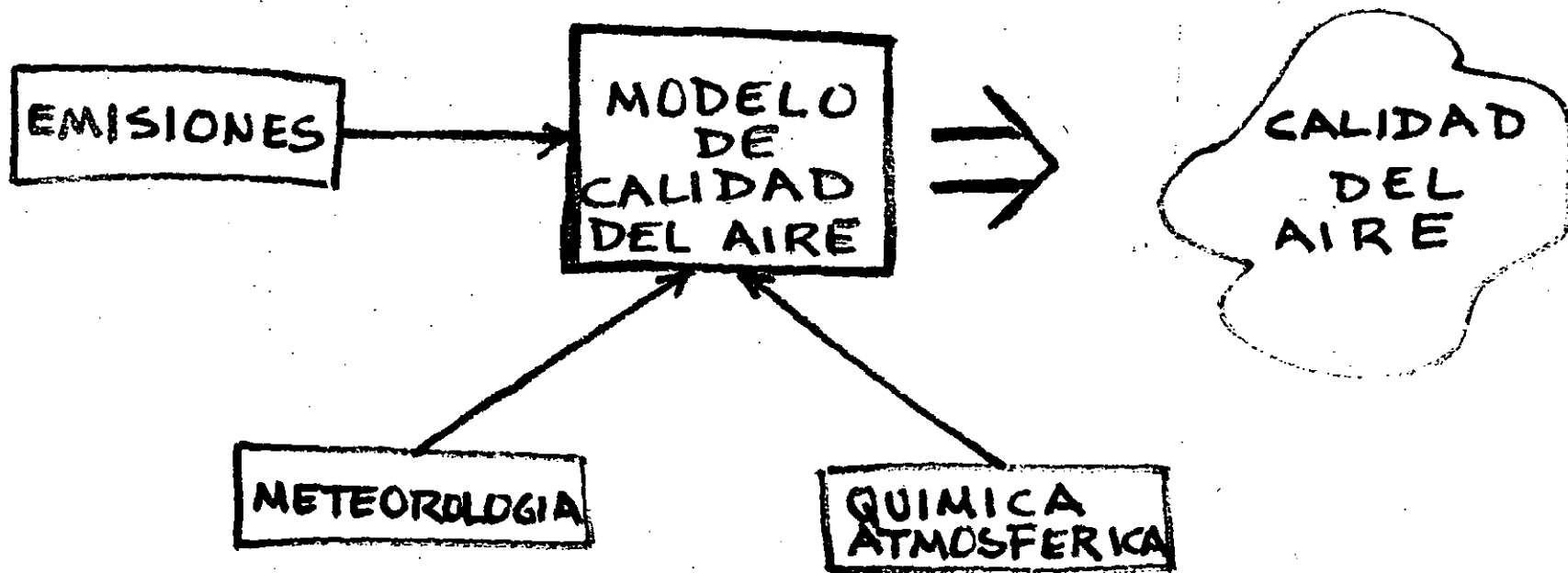
**POLLUTION SOURCES AND EMISSION INVENTORIES**

**TABLE 3.11. Emission factors for fuel oil combustion** (pounds per 1,000 gallons of oil burned)

Pollutant	Type of unit			
	Power plant	Industrial and commercial		Domestic
		Residual	Distillate	
Aldehydes (HCHO)	0.6	2	2	2
Carbon monoxide	0.04	2	2	2
Hydrocarbons	3.2	2	2	3
Oxides of nitrogen (NO <sub>2</sub> )	104	72	72	72
Sulfur dioxide	157S*	157S*	157S*	157S*
Sulfur trioxide	2.4S*	2S*	2S*	2S*
Particulate	10	23	15	8

\*S = % sulfur in oil, e.g., if the sulfur content is 2%, the sulfur dioxide emission would be 2 X 157 or 314 lb of sulfur dioxide per 1,000 gallons of oil burned.

\* Tomado de : Air Pollution. H. C. Perkins Mc Graw-Hill Book Company, New York.



MODELO DE CALIDAD DEL AIRE

# CLASES DE ESTABILIDAD ATMOSFERICA

Holland's equation is:

$$\Delta H = \frac{v_e d}{u} (1.5 + 2.68 \times 10^{-3} p \frac{T_s - T_a}{T_s} d) \quad (4.1)$$

where:

$\Delta H$  = the rise of the plume above the stack, m

$v_e$  = stack gas exit velocity, m sec<sup>-1</sup>

$d$  = the inside stack diameter, m

$u$  = wind speed, m sec<sup>-1</sup>

$p$  = atmospheric pressure, mb

$T_s$  = stack gas temperature, °K

$T_a$  = air temperature, °K

and  $2.68 \times 10^{-3}$  is a constant having units of mb<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>.

Holland (1953) suggests that a value between 1.1 and 1.2 times the  $\Delta H$  from the equation should be used for unstable conditions; a value between 0.8 and 0.9 times the  $\Delta H$  from the equation should be used for stable conditions.

ECUACION PARA ESTIMAR LA ELEVACION DE UNA PLUMA DE CHIMENEA.

TABLE 1. KEY TO STABILITY CATEGORIES

Surface Wind Speed (at 10 m) m/sec	Insolation			Night	
	Strong	Moderate	Slight	Thinly Overcast or > 4/8 Low Cloud	< 3/8 Cloud
< 2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

The neutral category, D, should be assumed for overcast conditions during day or night

Tomado de: Workbook of atmospheric Dispersion Estimates.  
D.B. Turner. Environmental Protection Agency.



## MODELO GAUSSIANO DE DISPERSION

$$\begin{aligned}
 x(x,y,z;H) = & \frac{Q}{2\pi \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \cdot \\
 & \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\}
 \end{aligned}$$

\*Note:  $\exp -a/b = e^{-a/b}$  where  $e$  is the base of natural logarithms and is approximately equal to 2.7183.

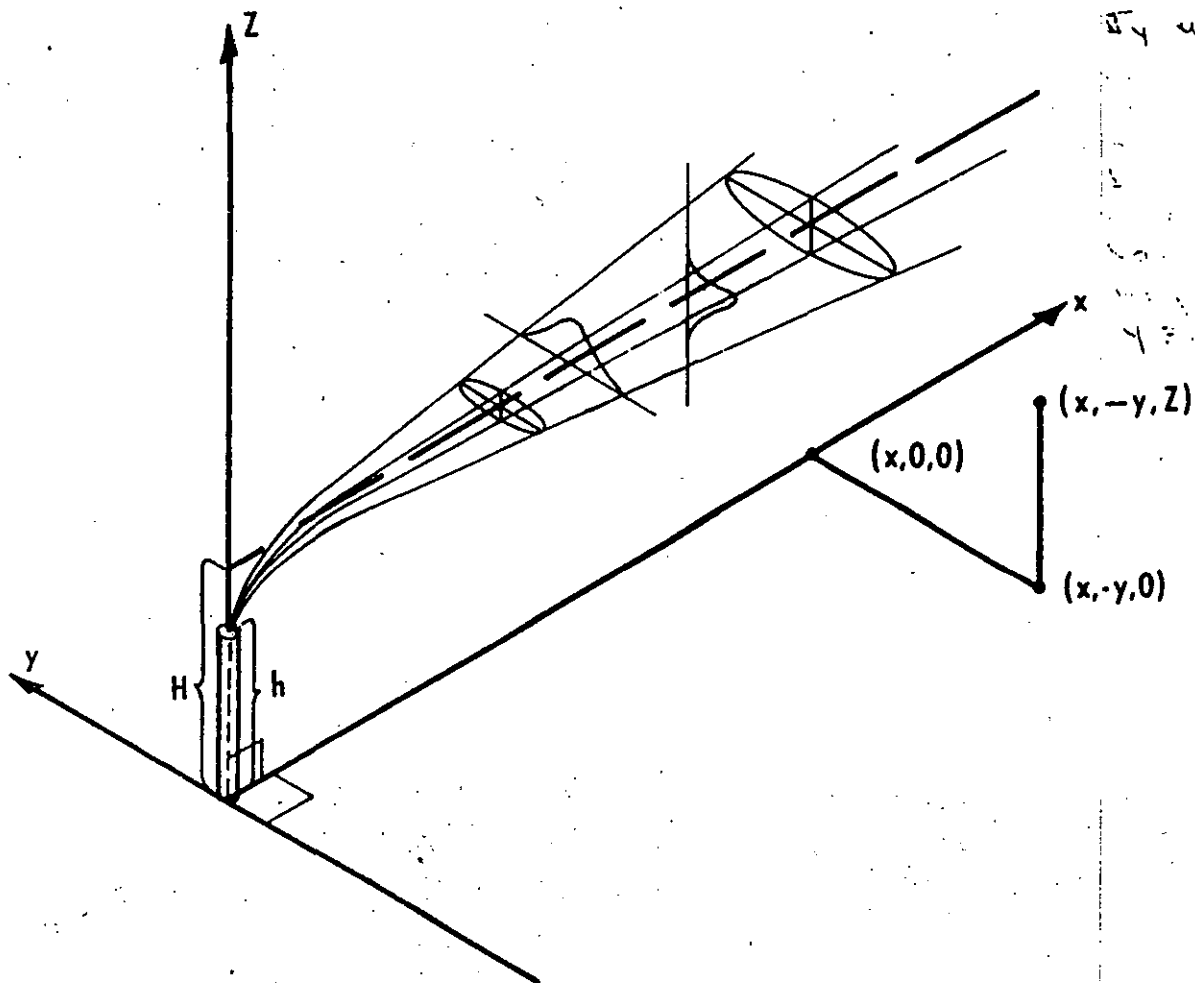
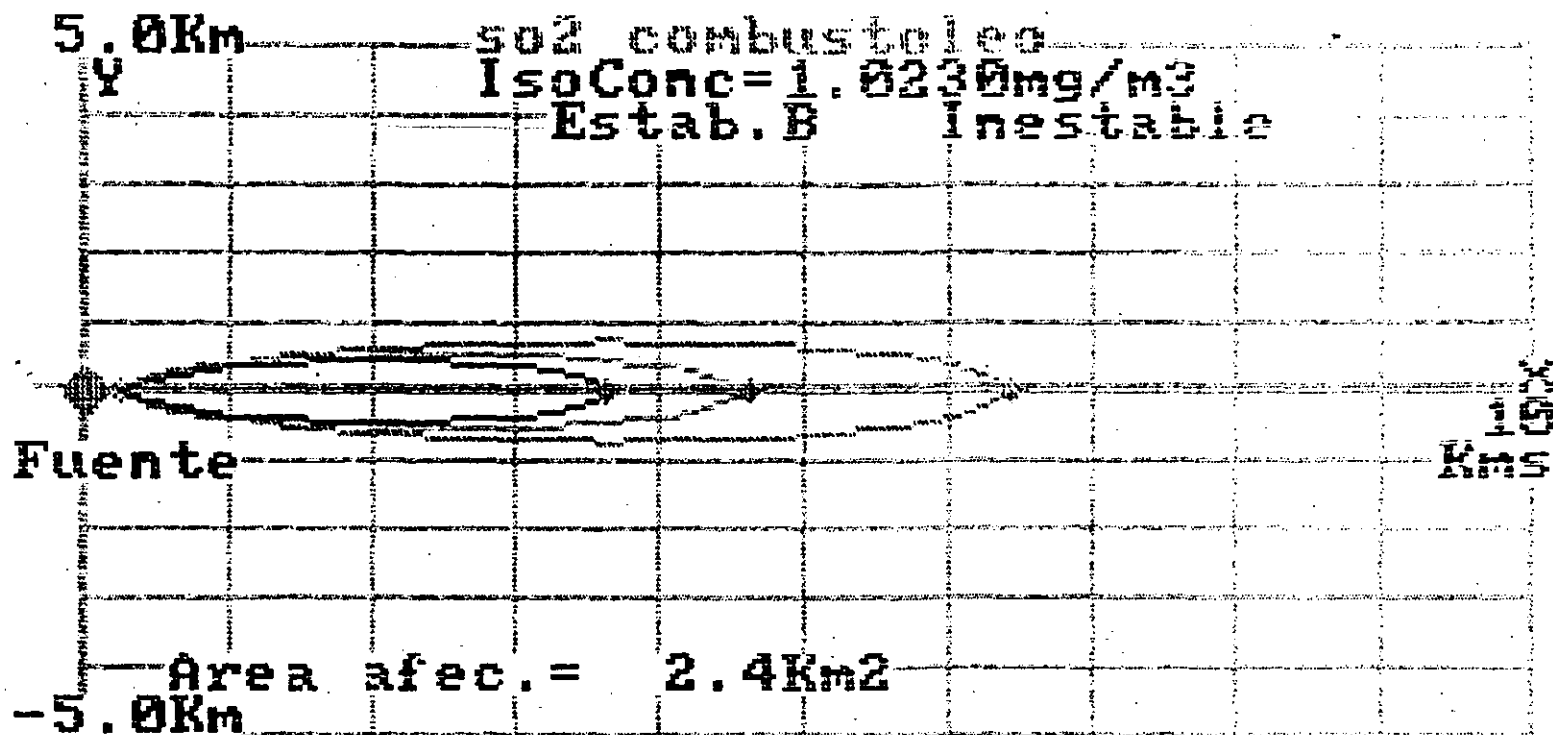


Figure 3-1. Coordinate system showing Gaussian distributions in the horizontal and vertical.



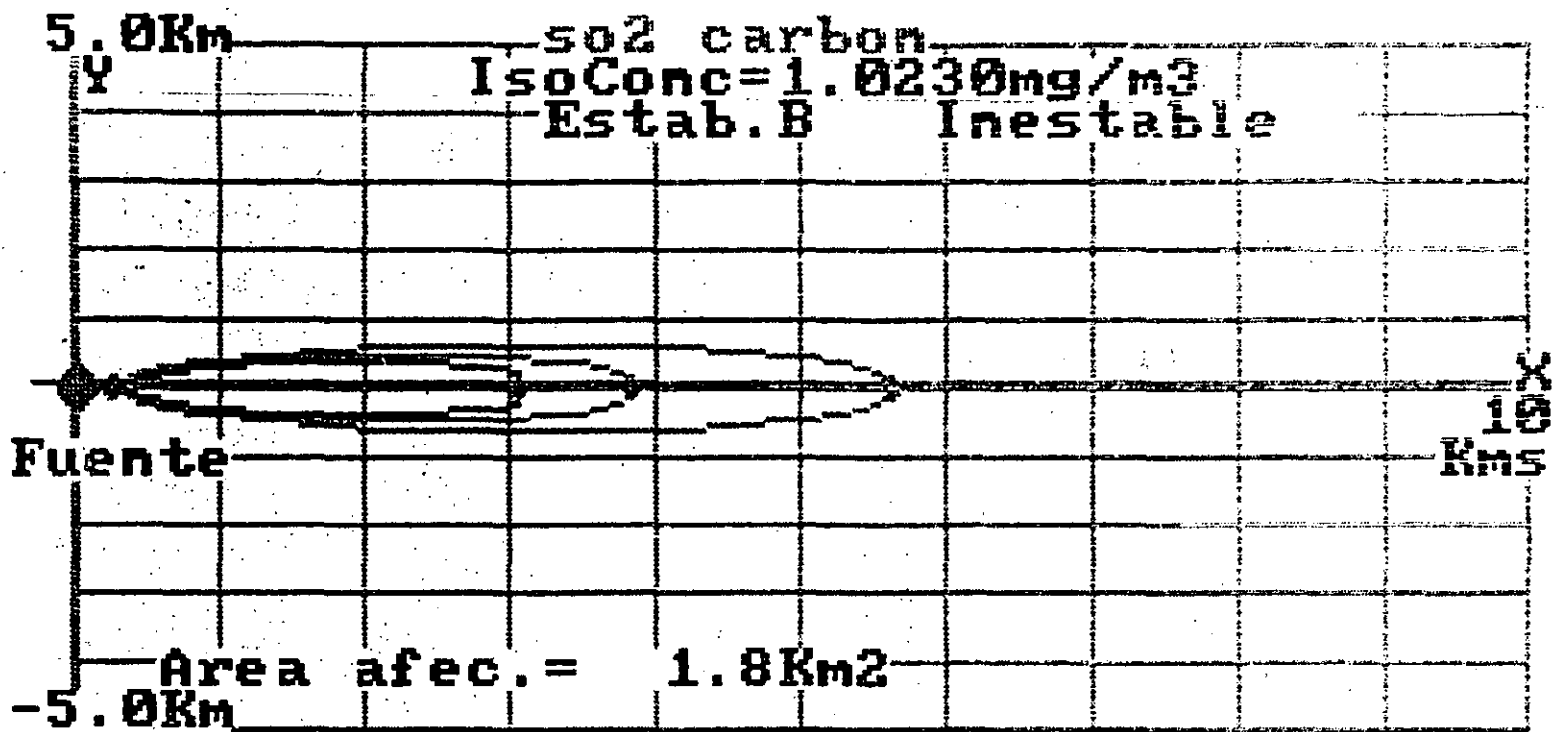
**CURVA DE ISOCONCENTRACION**

Q = 2809.89 g/s  
 U = 4.00 m/s  
 H = 71.25 m

ESTAB = B  
 Y<sub>Max</sub> = 442.13 m

Dist. Ini = 0.250Kms

Dist. Fin. = 3.250Kms



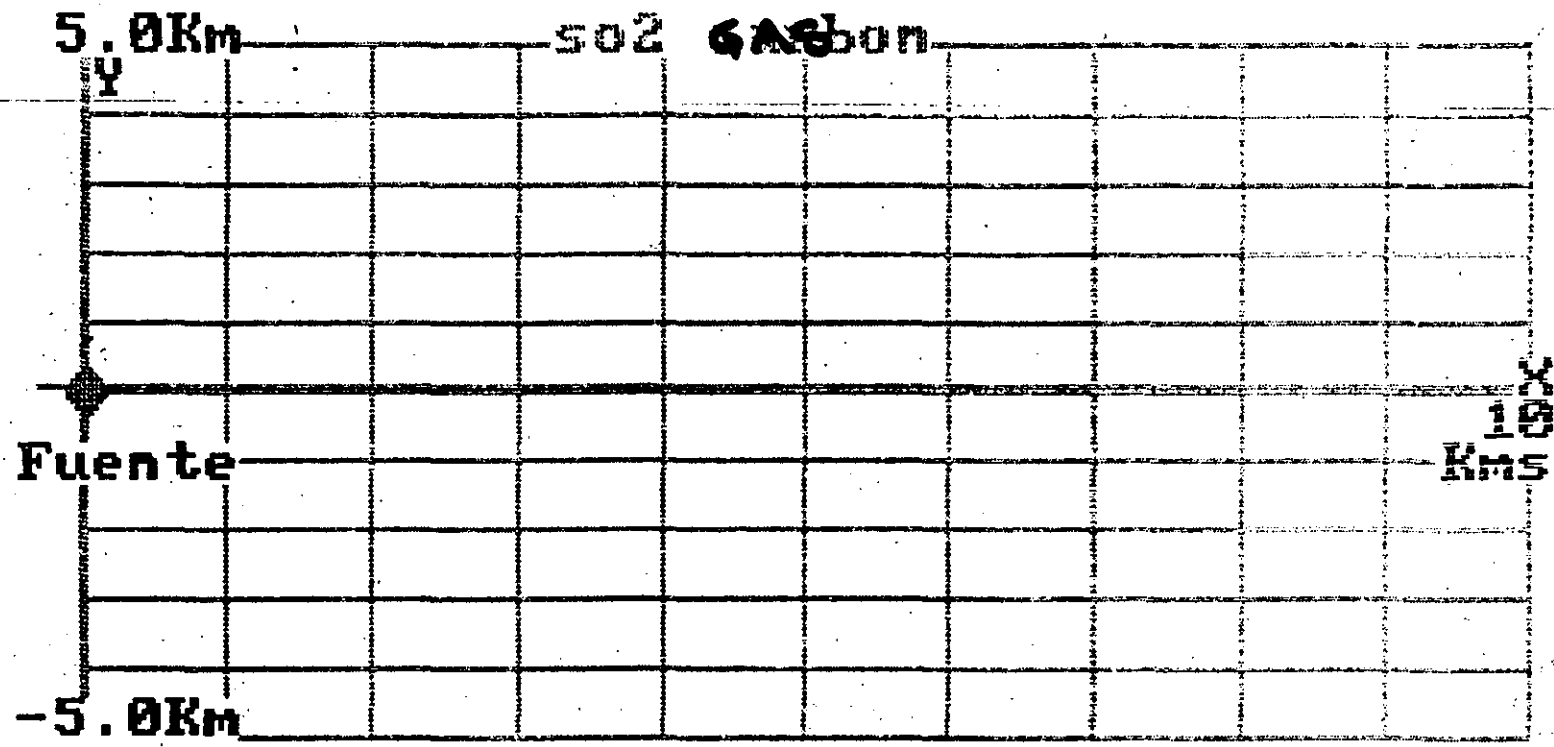
**CURVA DE ISOCONCENTRACION**

Q=2192.40 g/s  
 U=4.00 m/s  
 H=71.25 m

ESTAB= B  
 YMax=393.28 m

Dist. Ini=0.255Kms

Dist. Fin.=3.242Kms



$Q=1.01 \text{ g/s}$   
 $U=4.00 \text{ m/s}$   
 $H=71.25 \text{ m}$

ESTAB= B

La Conc=0.341 mg/m3 No se Encontró.



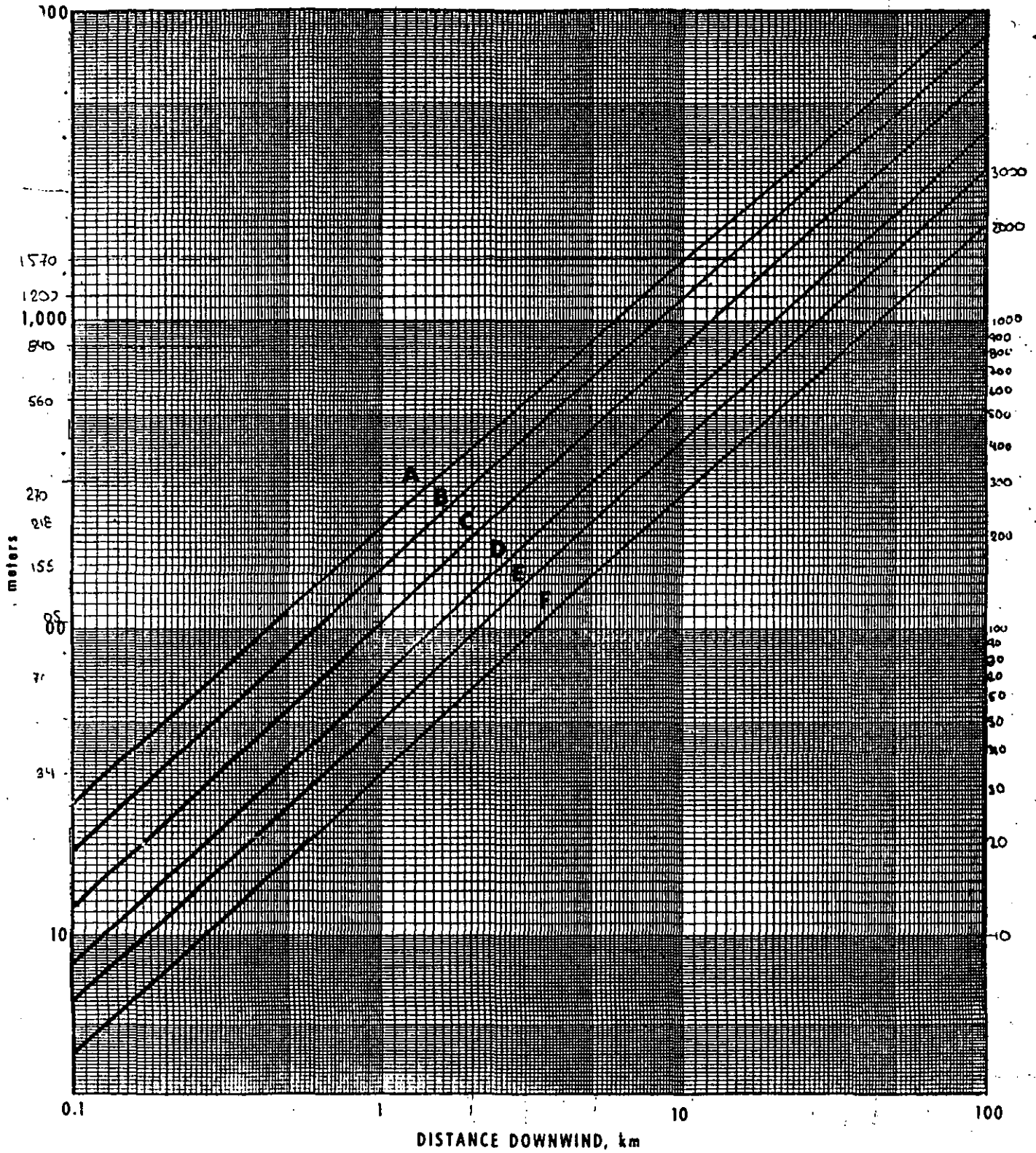


Figure 3-2. Horizontal dispersion coefficient as a function of downwind distance from the source.

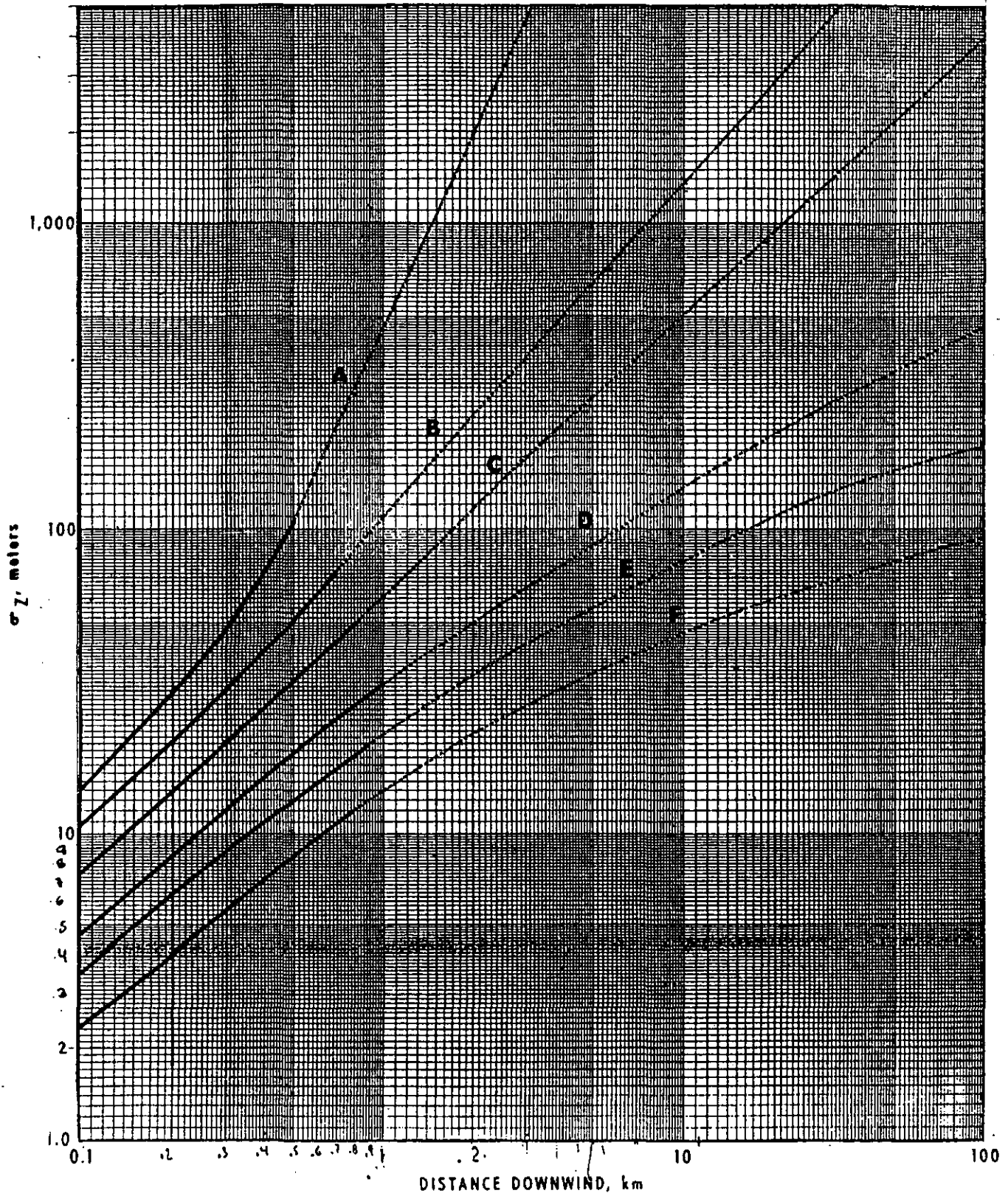


Figure 3.3. Vertical dispersion coefficient as a function of downwind distance from the source.

Estimates

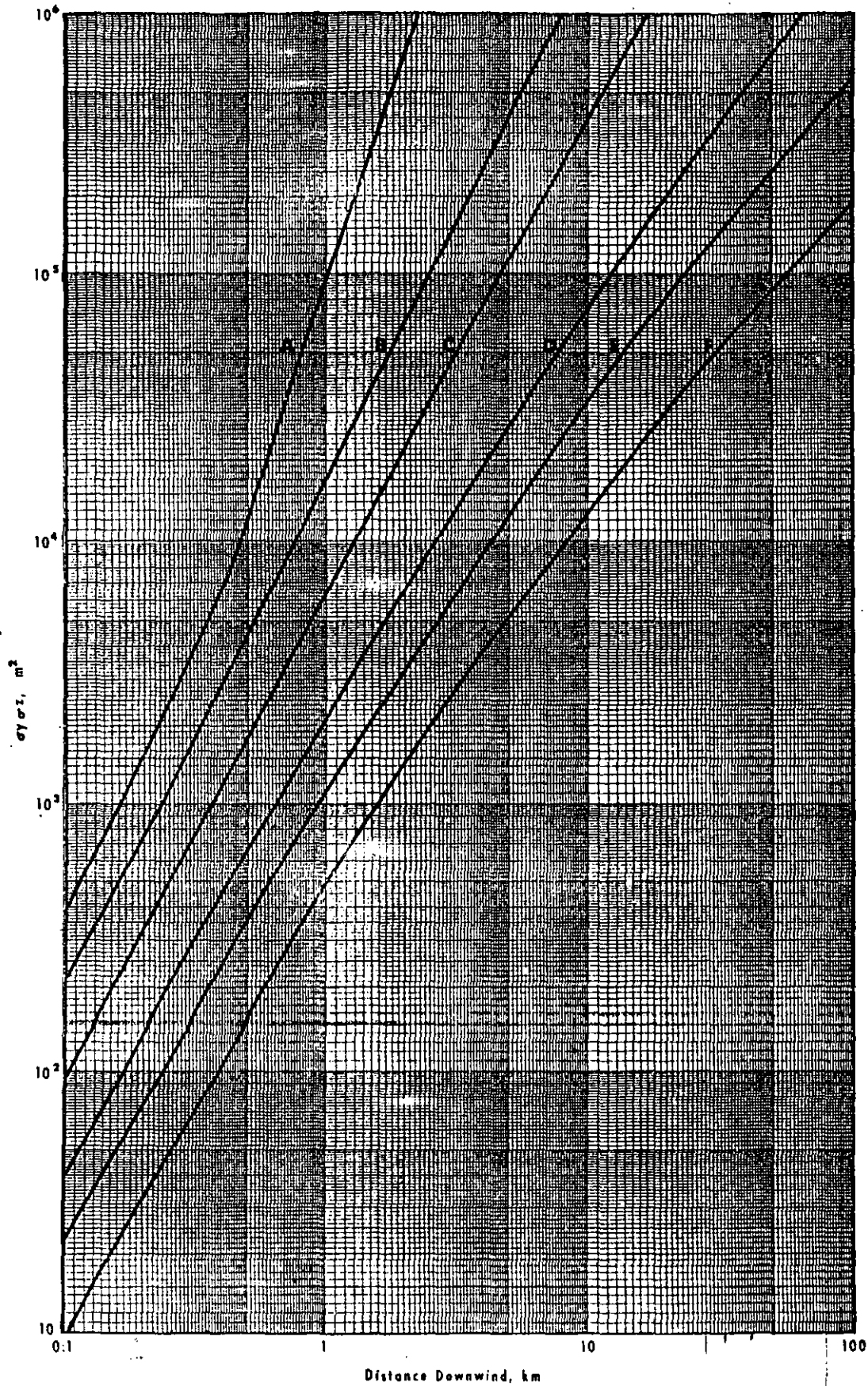


Figure 4-1. The product of  $\sigma_y \sigma_z$  as a function of downwind distance from the source.

de riego.—Las aguas se tomarán directamente del manantial, en el lugar denominado Almolonga, que dista aproximadamente 400 metros aguas arriba del poblado de Ahuacutzingo, Gro.—Superficie total del predio: 4-00-00 hectáreas.—Superficie que se pretende beneficiar: 4-00-00 hectáreas.—Cultivo principal: caña de azúcar.—Protesto a usted mi respeto y atenta consi-

deración.—Chilpancingo, Gro., 18 de agosto de 1972.—Firma: Pedro Rivera Vargas".

Sufragio Efectivo. No Reelección.

Mexico, D. F., a 4 de noviembre de 1982.—El Director General, Felipe Sacre Gaviño.—Rúbrica.

## SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA

Acuerdo que establece los lineamientos para determinar el criterio que servirá de base para evaluar la calidad del aire en un determinado momento.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Secretaría de Salubridad y Asistencia.

MARIO CALLES LOPEZ NEGRETE, Secretario de Salubridad y Asistencia, en uso de las facultades a que se refieren los artículos 2o. y 5o. fracciones I y XXV del Reglamento Interior de la propia Secretaría y con fundamento en los artículos 44, 45, 47 y 49 del Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, 5o., 14 y 19 fracción I de la Ley Federal de Protección al Ambiente y 45 del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por la Emisión de Humos y Polvos, y

### CONSIDERANDO

Que a efecto de determinar y desarrollar la política ambiental en relación con la atmósfera, es conveniente fijar un marco de referencia, de conformidad con el cual pueda medirse el grado de contaminación atmosférica.

Que la creciente contaminación del aire hace necesario el establecimiento de nuevas políticas sanitarias que eviten el deterioro del medio ambiente y permitan un mejor aprovechamiento de los recursos naturales en beneficio de la salud de la comunidad.

Que ya existen áreas que por sus niveles de contaminación atmosférica requieren de acciones correctivas inmediatas y emergentes.

Que igualmente existen áreas donde, en adición a un desarrollo equilibrado deberá preservarse la calidad del aire, ya que dentro de los mínimos de bienestar a que tiene derecho la población, está el contar con un aire de buena calidad.

Que para poder aplicar los sistemas que efectivamente sirvan para medir la calidad del aire, así como las políticas necesarias, tanto para su conservación como para el abatimiento de la contaminación ya producida, es necesario contar con un índice que en forma general y uniforme permita conocer la situación en la que se

encuentra la atmósfera y poder determinar las medidas que tienen que desarrollarse a mediano plazo o las de inmediata ejecución, he dictado el siguiente

### ACUERDO

ARTICULO PRIMERO.—El criterio que servirá de base para evaluar la calidad del aire en un determinado momento, es el siguiente:

— Para las PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION (PST), un promedio diario de 275 microgramos por metro cúbico.

— Para el BIXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>) un promedio diario máximo de 0.13 partes por millón.

— Para el MONOXIDO DE CARBONO (CO) un promedio en ocho horas máximo de 13 partes por millón.

— Para el DIOXIDO DE NITROGENO (NO<sub>2</sub>) un promedio horario máximo de 0.21 partes por millón.

— Para el OZONO (O<sub>3</sub>) un promedio horario máximo de 0.11 partes por millón.

ARTICULO SEGUNDO.—Los índices a que se refiere el artículo anterior se utilizarán para fijar el valor de 100 (cien) en el Índice Mexicano de Calidad del Aire (IMEXCA) o tabla de referencia de 0 a 500, la que representa gráficamente la medición obtenida.

ARTICULO TERCERO.—Este marco de referencia significa la meta a alcanzar a mediano plazo en las áreas donde actualmente se puede presentar una degradación del aire por efectos de la contaminación; aplicándose en este caso las medidas de riguroso control contenidas en los artículos 14, 16, 19 fracción I, 20 y 52 de la Ley Federal de Protección al Ambiente.

ARTICULO CUARTO.—En aquellas zonas donde actualmente son inferiores los límites de contaminación, se deberán aplicar los programas de protección ambiental que se consideren necesarios para sostener la buena calidad del aire, y en todo caso deberán vigilarse los límites



máximos de los índices referidos en el punto primero de este Acuerdo.

ARTICULO QUINTO.—La Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente en coordinación con las dependencias competentes instalará y operará redes de monitoreo atmosférico en las ciudades más importantes del país a efecto de evaluar permanentemente la calidad del aire y establecer los programas de prevención y control de la contaminación atmosférica de acuerdo con lo establecido en los puntos primero y tercero.

TRANSITORIOS

PRIMERO.—Este Acuerdo entrará en vigor a los treinta días de la fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.—Los métodos de muestreo y análisis de los diversos contaminantes referidos en el punto Primero de este Acuerdo, se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

México, Distrito Federal, a los veintitrés días del mes de noviembre de mil novecientos ochenta y dos.—El Secretario de Salubridad y Asistencia, Mario Calles López Negrete.—Rúbrica.

—oOo—

Decreto que modifica la Ley que crea el Instituto Nacional de Cancerología, Oftalmología, Gastroenterología y Urología.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Presidencia de la República.

JOSE LOPEZ PORTILLO, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

Que el H. Congreso de la Unión se ha servido dirigirme el siguiente

DECRETO:

“El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, Decreta:

QUE MODIFICA LA LEY QUE CREA EL INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGIA, OFTALMOLOGIA, GASTROENTEROLOGIA Y UROLOGIA

ARTICULO UNICO.—Se modifican los Artículos 1o., 2o. Primer Párrafo y fracción III, 3o. Primer Párrafo y fracciones II y III, 4o., 5o., 6o., 7o. Primer Párrafo, 8o. Cuarto Párrafo, 9o. Primer Párrafo, 11o. y 17o. de la Ley que crea el Instituto Nacional de Cancerología, Oftalmología, Gastroenterología y Urología.

ARTICULO 1o.—Por medio de la presente

Ley se crea el Instituto Nacional de Cancerología.

ARTICULO 2o.—El Instituto tendrá por objeto:

I. a II.....

III.—El estudio y la investigación clínica y experimental de las enfermedades correspondientes a la especialidad del Instituto; y

IV.—.....

ARTICULO 3o.—El Instituto tendrá personalidad jurídica propia, para todos los efectos legales y contará con un patrimonio que se integrará con los siguientes bienes:

I.—.....

II.—Con el equipo y mobiliario que el Gobierno Federal destine al Instituto;

III.—Con el subsidio que el Gobierno Federal conceda anualmente para cubrir los gastos que demande el sostenimiento del Instituto;

IV A VII.—.....

ARTICULO 4o.—El subsidio del Gobierno Federal a que se refiere la Fracción III del Artículo anterior, será cubierto por trimestres adelantados y será por la suma necesaria para cubrir el presupuesto del Instituto. Su monto será aprobado por la Secretaría de Salubridad y Asistencia en los dos primeros años de funcionamiento y no podrá ser, después, inferior a la cifra fijada para el segundo año de vida del Instituto.

ARTICULO 5o.—Los subsidios, aportaciones y donaciones a que se refieren las fracciones IV y V del Artículo 3o. estarán exentos de toda clase de impuestos, y se entenderán siempre sujetos a condición resolutoria si el Instituto o el Gobierno pretendieren destinarlos a fines distintos de los que persigue el propio Instituto.

ARTICULO 6o.—El Instituto estará facultado para cobrar derechos y cuotas por los servicios que preste a los enfermos económicamente capacitados, de acuerdo con la tarifa que apruebe su patronato, y el producto se destinará a cubrir los gastos de conservación y reparación, tanto de los edificios, como del equipo y mobiliario, o al mantenimiento si lo juzga pertinente.

ARTICULO 7o.—El Instituto estará regido por un patronato constituido por seis miembros. Uno de ellos será el Secretario de Salubridad y Asistencia o la persona que él designe como representante, y tendrá el carácter de Presidente del Patronato; otro será el Director del Instituto; y los cuatro restantes tendrán el carácter de vocales y serán designados entre personas de relevantes cualidades, en la inteligencia de que



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**C U R S O S   A B I E R T O S**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**METODOS PARA ESTUDIAR Y EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL**

**ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS HANDBOOK**

**FIS. FRANCISCO NOVELO BURBANTE**

**AGOSTO DE 1991**

# Environmental Impact Analysis Handbook

Edited by

**JOHN G. RAU and DAVID C. WOOTEN**

*University of California at Irvine*

## McGRAW-HILL BOOK COMPANY

New York St. Louis San Francisco Auckland Bogota  
Düsseldorf Johannesburg London Madrid  
Mexico City New Delhi Panama  
Paris Singapore  
Sydney Tokyo Toronto

## Chapter 8

### Summarization of Environmental Impact

**JOHN G. RAU**

Federal and state requirements for environmental impact statements have stimulated the development of a number of techniques and methods for impact assessment, each displaying variety in conceptual framework, data format, data requirements, and technical sophistication. The preceding chapters have addressed techniques and methods for impact assessment in specific impact areas. However, the next question concerns how to assess collectively the results of these specific impact assessments in terms of an overall or summary evaluation. Because of the complexity of environmental systems and the specialized functions of the various public agencies involved in the environmental impact assessment process, it is unlikely that one universal method will ever be developed or would even be appropriate in all cases.

#### OVERVIEW OF IMPACT ASSESSMENT METHODOLOGIES

The process of environmental impact assessment involves the major elements of identification, measurement, interpretation, and communication of impacts. However, measurement techniques vary, interpretations vary from impacts which are adverse to those which are beneficial, and decision makers are faced with balancing these project pros and cons to reach an "equitable" or "compromise" decision. Therefore, a number of techniques have been developed for presentation of these impact results to decision makers and the general public. These techniques include ad hoc methods, map overlays, impact checklists, impact matrices, and cause-condition-effect networks.

"Ad hoc methods" provide minimal guidance for total impact assessment while suggesting the broad areas of possible impacts and the general nature of these possible impacts. For example, impacts on plant and animal life might be stated as minimal but adverse, whereas the impacts on the regional economy might be stated as significant and extremely beneficial. These statements are qualitative and could be based on subjective or intuitive assessments, or could be qualitative interpretations of quantitative results. The simplest approach to evaluating the total impact of a project by the analyst would be to consider each environmental area and identify the nature of the impact upon it, such as

no effect, problematic, short- or long-term, and reversible or irreversible. An illustrative example of this approach is presented in Table 8.1.

"Overlay methods" generally rely on a set of maps of a project area's environmental characteristics (physical, social, ecological, aesthetic, etc.). These maps are overlaid to produce a composite characterization of the area's environment. Impacts are then identified by noting the impacted environmental characteristics within the project area boundaries. This presents a graphical display of the types of impacts, the impacted areas, and

TABLE 8.1 Illustrative Ad Hoc Approach to Environmental Impact Versus Environmental Area

Environmental Area	Environmental Impact									
	No Effect	Positive Effect	Negative Effect	Beneficial	Adverse	Problematic	Short-term	Long-term	Reversible	Irreversible
Wildlife			X			X	X			
Endangered Species	X									
Natural Vegetation			X			X			X	
Exotic Vegetation	X									
Grading			X			X		X		X
Soil Characteristics	X									
Natural Drainage	X									
Groundwater		X		X						
Noise			X				X			
Surface Paving						X				
Recreation	X									
Air Quality			X		X			X		X
Visual Disruption	X									
Open Space			X		X			X		X
Health and Safety	X									
Economic Values		X		X				X		
Public Facilities (includes schools)						X	X	X		
Public Services	X									
Conformity to Regional Plans		X		X				X		

their relative geographical location. This method is sometimes referred to as the McHarg method (Ref. 16).

The use of "impact checklists" is a method of combining a list of potential impact areas that need to be considered in the environmental impact assessment process with an assessment of individual impacts. This approach has been adopted by a number of public agencies because it insures that a prescribed list of areas is considered in the assessment process. Unfortunately, this type of method does not provide for the establish-

ment of direct cause-effect links to the various project activities and, generally, does not include an overall interpretation of the collective environmental impacts. A further discussion of this type of method is presented in the section on the Checklist Method later in this chapter.

"Matrix methods" basically incorporate a list of project activities or actions with a checklist of environmental conditions or characteristics that might be affected. Combining these lists as horizontal and vertical axes for a matrix allows the identification of cause-effect relationships between specific activities and impacts. The entries in the cell of the matrix can be either qualitative estimates or quantitative estimates of these cause-effect relationships. The latter are in many cases combined into a weighting scheme leading to a

TABLE 8.2 Illustrative Matrix Approach to Comparing Environmental Impact of Actions on Existing Characteristics and Conditions of the Environment

Proposed Actions	Existing Environmental Conditions									
	Modification of Habitat	Alteration of Hydrology and Drainage	Surface Paving	Noise and Vibration	Urbanization	Cut and Fill (Land Fill)	Erosion Control	Landscaping	Traffic Circulation	
Land Form	B	C	B	A	B	C	C	D	B	
Water Recharge	A	B	B			B	A	D		
Climate	A				A					
Floods - Stability	C	C	B			B	A	D		
Stress - Strain (Earthquake)	B	C			A	B	A			
Open Space	D		D	B	C			D	B	
Residential	D				D					
Health and Safety	D	B	B		B	B	A		C	
Population Density	B			A	B					
Structures	B	B	B		B	B	A		B	
Transportation	B		C		B				C	
TOTAL COMPUTATIONS	B	C	B	A	B	B	A	D	B,C	

- LEGEND: A - Insignificant low impact not injurious to land and environment.  
 B - Measurable impact, but with proper planning and building is not injurious to land.  
 C - High impact on environment, but can be curbed by taking proper precautionary measures.  
 D - Impact on environment, but considered good.  
 E - Impact that will be detrimental to environment.

total "impact score." Table 8.2 provides an illustrative example of the former approach, whereas the latter approach is discussed further in the section on the Matrix Method later in this chapter.

"Network methods" start with a list of project activities or actions and then generate cause-condition-effect networks (i.e., chains of events). This type of method is basically an attempt to recognize that a series of impacts may be triggered by a project action. Hence this method provides a "roadmap" type of approach to the identification of second- and third-order effects. The idea is to start with a project activity and identify the types of impacts which would initially occur. The next step is to select the impact and identify the impacts which may be induced as a result. This process is repeated until all possible

tion of Environmental Impact

reasons, many federal and state agencies have prepared specific impact applicable to the kinds of actions and activities within their jurisdiction. include checklists applicable to housing projects, highways, sewage s, nuclear power plants, and airports. Typical impact areas relative to ects were previously identified and discussed in Chapter 1.

Ref. 25), the Department of Housing and Urban Development (HUD) has e-level environmental clearance process, including normal environmen- ecial environmental clearance, and environmental impact statement al environmental clearance is essentially a check for consistency with ntal policies and standards. Special environmental clearance requires an valuation of greater detail and depth, whereas an environmental impact ce is a complete and fully comprehensive environmental evaluation. ts a HUD checklist used for the determination of normal and special earance for subdivision and multifamily projects. In the use of this ings are assigned to component environmental factors associated with ting of "A" indicates that the component is acceptable—there are no associated with this item, adverse impacts are negligible, and other al or beneficial. "B" indicates that the component is questionable— ed with the item call for discretion in granting environmental approval id ameliorative measures should be pursued and may be mandated by ental or program policies. "C" indicates that the component is undesi- ble—problems associated with this item are serious enough that rejection d by specific environmental or program policies, ameliorative measures usly pursued, and approval is allowed only when justified by a careful mparison of alternatives. "NA" indicates that the environmental factor o this project—for example, access to local schools is not applicable to ojects, coastal zone environmental policies do not apply to inland. mal environmental clearance, if there are no "B" or "C" ratings on any al is generally acceptable on environmental grounds. Marginal or "B" ad to project rejection or the preparation of an environmental impact ceptable or "C" ratings could lead to rejection, modification of project, the preparation of an environmental impact statement.

Example (Ref. 26) of the application of the checklist method is presented in ich the environmental impact of the Pauahi, Hawaii Neighborhood oject is assessed. In this example, the elements of the environment are and side of the matrix and the impacting actions are listed across the top. e entries in the matrix cells are based upon defining a "positive impact" oving the environment, including the reduction or elimination of blight. A "negative impact" is defined as disrupting or otherwise adversely sting environment or services. To use the matrix, one would begin at the id, reading from left to right, determine the nature of the impacts of the For example, new residential buildings, parks and open space, and ation would have a major positive impact on neighborhood viability, s relocation, demolition, grading, and construction would have a major

10.

cial impacts of projects or actions generally encompass a broad range of and noise pollution to effects on employment and neighborhood social these impacts vary in magnitude as well as in their beneficial or adverse a result, a natural question arises as to what is the "collective" or imental impact of the project or action taken. Is the project beneficial or is nswer such a question requires a comparison of these impacts and, to subjective evaluation of which impacts are more important than others. ations of this type are performed using numerical techniques. echnique which could be used to assess the overall impact would be to od. For ex in the comparison of alternate highway improvement id rank each alternative with respect to its ability to satisfy the social, nd economic factors under consideration. As shown in Table 8.6, if the

TABLE 8.4 Department of Housing and Urban Development Normal and Special Environmental Clearance Form for Subdivision and Multifamily Projects

**A. PROJECT IDENTIFICATION:**

Applicant's Name: \_\_\_\_\_ Street Address: \_\_\_\_\_  
 City or County: \_\_\_\_\_ State: \_\_\_\_\_ Zip Code: \_\_\_\_\_  
 Phone: \_\_\_\_\_ Project Name: \_\_\_\_\_ FHA File No. \_\_\_\_\_  
 Project/Subdivision Location: \_\_\_\_\_  
 Number of Lots or Units Proposed: \_\_\_\_\_ Size of Tract (acres/sq. ft.): \_\_\_\_\_  
 Demand for housing in this area: Adequate  Reject  If reject, go to Section 1.  
 For Subdivision Only:  
 Has work started? Yes  No  If work has started: Grading is \_\_\_\_\_ % Completed;  
 Street improvements are \_\_\_\_\_ % Completed. Number of homes under construction: \_\_\_\_\_  
 Number of homes completed: \_\_\_\_\_

**ENVIRONMENTAL ANALYSIS**  
 Evaluate project and assign it rating: A, B, C, or NA. (See Instructions.)

**B. COMPLIANCE WITH STANDARDS:**

1. Have A-95 review requirements been met? Yes  No  In process \_\_\_\_\_  
 2. Is the project in compliance with the local and regional comprehensive plans? Yes  No  \_\_\_\_\_  
 3. Is the project in compliance with local zoning ordinances? Yes  No  \_\_\_\_\_  
 4. Compliance with applicable standards:

	Rating	Source/Documentation
a. Historic Properties:		
b. Noise		
c. Flood Plain		
d. Coastal Zone		
		e. Wetlands
		f. Air Quality
		g. Other (specify)

Is the project in violation of applicable standards? Yes  No   
 Should the project be rejected? Yes  No  If reject, go to Section 1. If not, continue the environmental assessment (Section C).

identified. Sketching this in network form results in what is commonly called an impact tree. One advantage of this type of approach is that it allows the analyst to select and trace out the events as they might be expected to occur in constructing cause-condition-effect networks. It is achieving necessary for informed decision making. On the other hand, if the details of the impact changes are described in detail and all possible interrelationships are considered, the resulting impact networks could be too extensive and complex to handle. An example of this approach is presented in Figure 8.1. This general approach is presented in detail in the section on the Network Method later in this chapter.

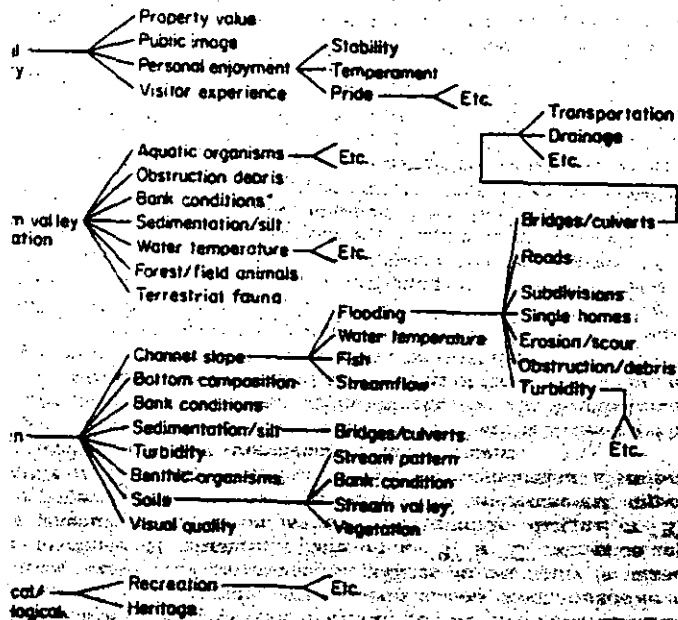


TABLE 8.3 Typical Project Checklist by Impact Area

POTENTIAL IMPACT AREA	CONSTRUCTION PHASE			OPERATING PHASE		
	Adverse effect	No effect	Beneficial effect	Adverse effect	No effect	Beneficial effect
<b>A. LAND TRANSFORMATION AND CONSTRUCTION</b>						
a. Compaction and settling						
b. Erosion						
c. Ground cover						
d. Deposition (sedimentation, precipitation)						
e. Stability (slides)						
f. Stress-strain (earthquake)						
g. Floods						
h. Waste control						
i. Drilling and blasting						
j. Operational feature						
<b>B. LAND USE</b>						
a. Open space						
b. Recreational						
c. Agricultural						
d. Residential						
e. Commercial						
f. Industrial						
<b>C. WATER RESOURCES</b>						
a. Quality						
b. Irrigation						
c. Drainage						
d. Ground water						
<b>D. AIR QUALITY</b>						
a. Oxides (sulfur, carbon, nitrogen)						
b. Particulate matter						
c. Chemicals						
d. Odors						
e. Gases						
<b>E. SERVICE SYSTEM</b>						
a. Schools						
b. Police						
c. Fire protection						
d. Water and power systems						
e. Sewerage systems						
f. Refuse disposal						
<b>F. BIOLOGICAL CONDITIONS</b>						
a. Wildlife						
b. Trees, shrubs						
c. Grass						
<b>G. TRANSPORTATION SYSTEMS</b>						
a. Automobile						
b. Trucking						
c. Safety						
d. Movement						
<b>H. NOISE AND VIBRATION</b>						
a. On-site						
b. Off-site						
<b>I. AESTHETICS</b>						
a. Scenery						
b. Structures						
<b>J. COMMUNITY STRUCTURE</b>						
a. Recreation						
b. Mobility						
c. Services						
d. Recreation						
e. Employment						
f. Housing availability						
<b>K. OTHER (List of appropriate)</b>						

for a hypothetical bank stabilization project. (NOTE: (1) The line in this box "has an effect on." (2) It is emphasized that the cause-and-effect chains are viewed as only a small part of a larger overall impact tree, which would include economic, social, and environmental categories of human interest and concern 24.)

This method is basically a variant of the ad hoc method for summarizing impacts in the sense that it starts with a list of potential impact areas. The character or nature of the impact. This is usually accomplished by descriptive terms as adverse or beneficial, short-term or long-term effect. For example (Ref. 5) Table 8.3 provides an illustration of a checklist which could be used to insure that all important aspects of an environment are considered. In the actual implementation of this form one marks or "X" opposite each item to indicate whether the proposed project has an adverse effect, no effect, or a beneficial effect on the item in question. A general, all-inclusive list of impact areas with applicability to a wide range of environmental conditions is likely to be very large, cumbersome, and difficult to generalize to adequately describe the nature of the project.

C. Assess the following conditions: (a) Does the project form part of a larger development pattern? Yes  No ; (b) Is the project likely to stimulate additional development? Yes  No ; (c) Are there other developments planned which are or will be impacted by the project? Yes  No . If any of the above area is answered "Yes" indicate how the cumulative environmental impact of the larger development will be addressed. EIS \_\_\_\_\_ Special Environmental Clearance \_\_\_\_\_ 701 planning funds \_\_\_\_\_ other \_\_\_\_\_. Should this project be delayed until the cumulative impacts are accounted for? Yes  No

COMMENT:

**II. LOCATION AND MARKET:**

- 1. Marketability is: Acceptable  Reject  If reject, go to Section I.
- 2. Most marketable price or rental range is \$ \_\_\_\_\_ to \$ \_\_\_\_\_
- 3. Most marketable units 0-2 BR \_\_\_\_\_  
3 BR \_\_\_\_\_  
4 or more \_\_\_\_\_
- 4. For Subdivisions:  
Estimated market price of typical lot \$ \_\_\_\_\_ to \$ \_\_\_\_\_  
Typical lot size \_\_\_\_\_ ft. x \_\_\_\_\_ ft.
- Local Authorities:  
1. Local authorities have  have not  approved tentative map.
- 2. Local officials contacted:  
Name: \_\_\_\_\_ Title: \_\_\_\_\_ Phone: \_\_\_\_\_  
Name: \_\_\_\_\_ Title: \_\_\_\_\_ Phone: \_\_\_\_\_
- 3. Information obtained and date obtained:

**I. ENVIRONMENTAL FINDINGS: (Check applicable items)**

- Reject
- EIS Required
- No EIS Required. Project is consistent with HUD environmental policies and requirements and is not a major Federal action significantly affecting the quality of the human environment.
- Further environmental review is required  
Backup material is appended. Yes  No

- For Subdivisions Only**
- Issue Interim Form ASP-5.  
Special problems involve:  
Sanitary engineering   
Site engineering   
Site planning   
Architecture
  - Issue ASP-6.  
VA has been contacted. Yes  No

COMMENT:

Field Inspection and Assessment made by: \_\_\_\_\_

Name _____	Title _____	Date _____
Name _____	Title _____	Date _____
Name _____	Title _____	Date _____

**I. REVIEW AND COMMENT OF ENVIRONMENTAL CLEARANCE OFFICER:**

Environmental Clearance Officer \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

**K. INSTRUCTIONS BY CHIEF UNDERWRITER:**

Date \_\_\_\_\_

**TABLE 8.4 Department of Housing and Urban Development Normal and Special Environmental Clearances Form for Subdivision and Multifamily Projects (Continued)**

**C. SITE SUITABILITY ANALYSIS:**

	Rating	Source/ Documen- tation		Rating	Source/ Documen- tation
1. Slope stability	_____	_____	6. Natural hazards	_____	_____
2. Foundation conditions	_____	_____	7. Man-made hazards	_____	_____
3. Terrain	_____	_____	8. Nuisances	_____	_____
4. Soil permeability	_____	_____	9. Compatibility in use and scale with environment	_____	_____
5. Ground water	_____	_____	10. Neighborhood character	_____	_____
<b>Services and Facilities</b>					
	Rating (Access)	Rating (Adequacy)	Source/ Documentation		
11. Elementary School	_____	_____	_____		
12. Junior and senior high school	_____	_____	_____		
13. Employment	_____	_____	_____		
14. Shopping	_____	_____	_____		
15. Park, playground and open space	_____	_____	_____		
16. Police and fire	_____	_____	_____		
17. Health care/ social services	_____	_____	_____		
18. Transportation	_____	_____	_____		
19. Other services:	_____	_____	_____		
<b>Utilities</b>					
	Rating	Source/ Documen- tation		Rating	Source/ Documen- tation
20. Water supply system	_____	_____	23. Solid waste disposal	_____	_____
21. Sanitary sewer system	_____	_____	24. Other utilities	_____	_____
22. Storm sewer system	_____	_____	25. Paved access to site	_____	_____

D. Does project size exceed special clearance size thresholds? Yes  No  If yes, continue review (Section E). If not, go to Section F. (See Chapter Handbook 4010.1)

**E. IMPACTS ON THE ENVIRONMENT (SPECIAL CLEARANCE):**

1. Impact on unique geological features or resources
2. Impact on rock and soil stability
3. Impact on soil erodibility
4. Impact on ground water (level, flow and quality)
5. Impact on open streams and lakes
6. Impact on plant and animal life
7. Impact on energy resources
8. Impact on social fabric and community structures
9. Displacement of persons or families
10. Impact on aesthetics and urban design
11. Impact on existing or programmed community facilities:

	Rating	Source/ Documen- tation		Rating	Source/ Documen- tation
a. Schools	_____	_____	e. Transportation	_____	_____
b. Parks, playgrounds & open space	_____	_____	f. Water supply system	_____	_____
c. Health care and social services	_____	_____	g. Sanitary sewer system	_____	_____
d. Community services	_____	_____	h. Storm sewer system	_____	_____
			i. Solid waste disposal system	_____	_____

F. Will the project have notable impacts on the environment? Yes  No  If yes, is further analysis necessary? Yes  No  Are there alternative...  
 G. Will the project have notable impacts on the environment? Yes  No



that on a scale of 1 to 10, where 10 represents the highest importance, the following results were obtained:

Market access	4
Level of service	5
Provision of public service	7
Disruption of homes	10
User costs	1
Noise pollution	6
Disruption of businesses	10

Applying these importance factors to the ranking results in Table 8.7 and multiplying the rank by the community importance of the impact area, one obtains the results in Table 8.8. This multiplication would result in a "rating" for each alternative relative to each impact

TABLE 8.8 Rating Example for Five Highway Project Alternatives and Seven Impact Areas

Impact areas	Alternatives				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Market access	20	12	4	8	16
Level of service	5	15	20	20	10
Provision of public service	28	21	7	14	35
Disruption of homes	20	30	50	40	10
User costs	2	2	1	3	2
Noise pollution	30	18	24	6	12
Disruption of businesses	10	30	50	20	40
Total score	115	128	156	111	125

area. A technique at this step for selecting which alternative is best would be to add the ratings to obtain a "total score." In this case, alternative No. 4 has the lowest total score and thus is most desirable from the point of view of its environmental impact.

The obvious weakness in the preceding level of analysis is the failure to recognize the incremental differences among rankings, that is, the inherent nonlinearity of the rating scale. Specifically, referring to Table 8.7, alternative No. 5 causes 4 homes to be removed and alternative No. 1 causes 12 homes to be removed. Hence, they are ranked in the order one and two, respectively. If alternative No. 1 had only caused 6 homes to be removed, it still would have been ranked second. However, it would have been more comparable in impact to that of alternative No. 5. In other words, a simple ranking fails to recognize the magnitude of the relative differences between alternatives. One way to remedy this would be to establish the ranking scale on the basis of relative differences such as, for example, a rank of 1 for the best score (smallest average time to civic center, largest average travel speed, etc.), a rank of 2 for any score within 20 percent of the best, a rank of 3 for any score greater than 20 percent but within 40 percent of the best, a rank of 4 for any score greater than 40 percent but within 70 percent of the best, and a rank of 5 for any score greater than 70 percent of the best. Using this illustrative method one would obtain the new rankings given by Table 8.9.

TABLE 8.9 Incremental Ranking Example for Five Highway Project Alternatives and Seven Impact Areas

Impact area	Alternatives				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Market access	4	3	1	3	4
Level of service	1	2	2	2	2
Provision of public service	4	4	1	3	5
Disruption of homes	5	3	5	5	1
User costs	3	3	1	5	3
Noise pollution	4	3	3	1	2
Disruption of businesses	1	5	5	5	5

Clearly, there is still no definitive choice as to which alternative is best. If, however, we now apply the impact area ratings of importance as used in deriving Table 8.8, obtain the ratings in Table 8.10. In this case, we observe that there is a tie between alternative No. 1 and No. 5 and, relative to Table 8.8, alternative No. 4 is no longer most desirable.

The preceding illustrative discussion forms the basis for what is known as the "weighting scheme approach" in evaluating the environmental impacts of alternative projects actions. In this context, the weighting scheme approach is based on the desire to assess quantitatively the impact and weight of that value by its "significance" or "importance." The idea is to require environmental impact analyses to define two aspects of each act which may have an impact on the environment. The first aspect is "magnitude" of impact upon specific environmental factors. The term "magnitude" is used in the sense degree, extensiveness, or scale. For example, highway development will alter or affect existing drainage pattern and may thus have a large "magnitude" of impact on drainage. The second is a weighting of the degree of "importance" (i.e., significance) the particular action on the environmental factor in the specific instance under analysis. Thus, the overall "importance" of the impact of a highway on a particular drainage pattern may be small because the highway is very short or because it will not interfere significantly with the drainage. An arbitrary scale, say, from 1 to 10 could be used where 10 represents the greatest magnitude of impact and 1 the least, and, similarly, 10 represents

TABLE 8.10 Rating Example Based on Incremental Rankings for Five Highway Project Alternatives and Seven Impact Areas

Impact areas	Alternatives				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Market access	16	12	4	12	16
Level of service	5	10	10	10	10
Provision of public service	28	28	7	21	35
Disruption of homes	50	50	50	50	50
User costs	3	3	1	5	3
Noise pollution	24	18	18	6	12
Disruption of businesses	10	50	50	50	50
Total score	136	171	140	154	161

the greatest importance and 1 the least. An added degree of sophistication would be place "+" in front of the magnitude number if the impact is beneficial and "-" if impact is adverse. Unfortunately, such a scheme allows the possibility of introducing subjectivity into (1) the choice of a scale number for magnitude and importance and assessment of whether the impact is beneficial or adverse. One must be aware of shortcoming in using such a scheme. The value of this approach, however, is that it provides a way of quantitatively comparing alternatives merely by choosing as the impact score of a project alternative the total weighted sum of the impact magnitudes. Mathematically, letting

$$m_{ij} = (+ \text{ or } -) \text{ magnitude of the } j^{\text{th}} \text{ action on the } i^{\text{th}} \text{ environmental factor}$$

$$w_i = \text{importance weighting of the } i^{\text{th}} \text{ action on the } i^{\text{th}} \text{ environmental factor,}$$

we have

$$\text{Total impact on the } i^{\text{th}} \text{ environmental factor from all actions} = \sum_j m_{ij} w_j$$

$$\text{Total impact of the } j^{\text{th}} \text{ action on all environmental factors} = \sum_i m_{ij} w_i$$

$$\text{Total project impact} = \sum_i \sum_j m_{ij} w_i w_j$$

The preceding measure of total project impact is in essence a quality-of-life index (Ref. 8) in the sense that  $m_{ij}$  represents the magnitude of impact of the  $j^{\text{th}}$  action on the

TABLE 8.5 Illustrative Example of Checklist Approach to Neighborhood Development Project

ELEMENTS		IMPACTING ACTIONS										
		ACTION PERIOD				EFFECTS OF COMPLETED ACTIONS						
		Residential Relocation	Business Relocation	Demolition, Grading, Construction	Interim Period (Temporary Uses)	New Utilities In Place	New Residential Buildings	New Commercial Buildings	Parking Structures	Parks and Open Space	Historical Preservation	Modifications to Street System
PHYSICAL	Soil & Geology	*	*	*	*	*	*	*	*	●	*	*
	Sanitary Sewer System	*	*	○	○	●	●	●	*	*	*	●
	Water Systems	*	*	○	○	●	●	●	*	*	*	●
	Vegetation	*	*	○	○	*	●	●	*	●	*	*
	Animal Life	*	*	*	*	*	*	*	*	○	*	*
	Air Quality	*	*	○	*	*	○	○	○	●	●	*
	Adjacent Land Use	*	*	○	○	*	●	*	*	●	●	X
	Storm Drainage	*	*	○	○	●	●	●	*	●	*	●
	Transportation System	Streets	*	○	○	○	●	●	●	*	*	●
		Public Transportation	*	*	○	○	*	X	X	X	*	X
Pedestrian		○	○	○	○	*	●	●	●	●	X	X
Open Space	*	*	*	*	*	●	○	○	●	X	X	
SOCIOECONOMIC	Demand for Ancillary Services	●	●	●	○	*	●	*	*	●	●	
	Tax Base	*	*	*	○	●	●	●	*	*	X	*
	Health & Safety	*	*	○	○	●	●	●	*	●	●	●
	Neighborhood Viability	○	○	○	○	*	●	●	●	●	●	X
	Residents	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	X
	Public Schools	*	*	○	○	*	●	*	*	●	●	X
	Police Services	○	○	○	○	●	●	●	X	*	*	X
Fire Services	○	○	○	○	●	●	●	X	●	●	X	
AESTHETIC	View	*	*	○	○	*	*	○	●	○	*	
	Historic Structures	*	*	○	○	●	*	*	X	●	*	
	Amenity	○	○	○	○	●	●	●	●	●	X	
Neighborhood Character	○	○	○	○	●	●	●	○	●	●	X	

LEGEND	
○	Indicates a minor negative impact.
○	Indicates a major negative impact.
●	Indicates a minor positive impact.
●	Indicates a major positive impact.
X	Indicates an irremediable impact.
*	Indicates an appreciable impact.

impact area of concern deals with the number of dwelling units destroyed. Rank of 1 is assigned to the alternative with the least impact and a rank of n (where n equals a number of alternatives) is assigned to the alternative that is least desirable.

When there is more than one type of environmental impact, ranking according to environmental impact area yields the best ordering of alternatives relative to each impact area, but does not enable one to distinguish incremental differences among alternatives.

TABLE 8.6 Sample Ranking of Highway Improvement Project Alternatives

Alternative	Number of dwelling units destroyed	Rank
V	0	1
W	2	2
X	20	3
Y	24	4

to recognize that the factors under consideration may not all be of equal importance. Table 8.7 illustrates this situation for the case of five alternative highway improvement projects versus seven environmental impact areas.

As can be seen, even though alternative No. 3 ranks first in three areas, it ranks last next to last in two other areas. Alternative No. 2 ranks consistently at the middle level in all impact areas. Because no one alternative ranks first in all seven impact areas, there is no clear-cut choice as to which alternative is the best.

The next step in level of sophistication would be to recognize that the impact areas are not necessarily of the same importance to the community, which should be taken into consideration in deciding which alternative is best. As an example, suppose that a project was conducted by interviewing residents and local business people in the impact area to determine the relative importance of each of these seven impact areas. Further, suppose

TABLE 8.7 Ranking Example for Five Highway Project Alternatives and Seven Impact Areas

Impact area	Alternatives				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Market access					
Rank	5	3	1	2	4
Average time to Civic Center (min)	20	16	12	15	18
Level of service					
Rank	1	3	4	4	2
Average travel speed (mi/h)	45	40	38	36	44
Provision of public service					
Rank	4	3	1	2	5
Police response time (min)	10	9	6	8	12
Disruption of homes					
Rank	2	3	5	4	1
Number of homes taken	12	14	40	20	8
User costs					
Rank	2	2	1	3	5
Annual dollars (millions)	1.0	1.0	0.8	1.6	1.2
Noise pollution					
Rank	5	3	4	1	2
Decibel level at 100 ft	75	65	70	50	72
Disruption of businesses					
Rank	1	3	5	2	4
Number of businesses lost	2	6	10	4	3

quality of the factor and  $w_j$  represents the weighting of importance as viewed by members of society.

To illustrate the concept of the weighting approach using a numerical example, Table 8.11 corresponds to Table 8.2. However, the entries are of the form " $x(y)$ " where " $x$ " denotes the magnitude of the impact and " $y$ " the importance, and "+" or "-" is used to denote beneficial or adverse impact, respectively. The convention used is based on  $A = 1$ ,  $B = 3$ ,  $C = 7$  and  $D = E = 10$ . This choice is for illustrative purposes only and, in this example,  $w_j$  is chosen independent of  $j$  for convenience. From Table 8.11, we observe that:

1. The total weighted impact of the project, 314, is positive, which means that it is beneficial to the environment.

TABLE 8.11 Illustrative Example of Weighted Impact on Actions on Existing Characteristics and Conditions of the Environment

Proposed Actions \ Existing Environmental Conditions	Modification of Habitat	Alteration of Hydrology and Drainage	Surface Paving	Noise and Vibration	Urbanization	Cut and Fill (Land Fill)	Erosion Control	Landscaping	Traffic Circulation	Total Factor Impact
Land Form	8(3)	-2(7)	3(3)	1(1)	9(3)	-8(7)	-3(7)	-3(10)	1(3)	3
Water Recharge	1(1)	1(3)	4(3)			5(3)	6(1)	1(10)		47
Climate	1(1)				1(1)					2
Floods-Stability	-3(7)	-6(7)	4(3)			7(3)	8(1)	2(10)		5
Stress-Strain (Earthquake)	2(3)	-1(7)			1(1)	8(3)	2(1)			28
Open Space	8(10)		6(10)	2(3)	-10(7)			1(10)	1(3)	89
Residential	6(10)				9(10)					150
Health and Safety	2(10)	1(3)	3(3)		1(3)	5(3)	2(1)		-1(7)	45
Population Density	1(3)			4(1)	4(3)					22
Structures	1(3)	1(3)	1(3)		3(3)	4(3)	1(1)		1(3)	34
Transportation	1(3)		-9(7)		7(3)				-10(7)	-109
<b>TOTAL ACTION IMPACT</b>	<b>180</b>	<b>-47</b>	<b>42</b>	<b>11</b>	<b>97</b>	<b>31</b>	<b>-2</b>	<b>70</b>	<b>-88</b>	<b>314</b>

2. Alteration of hydrology and drainage, erosion control, and traffic circulation have an adverse effect.

3. Transportation is adversely affected by the project.

Table 8.11 provides an illustration of the basic structure of the matrix method approach, namely, a matrix in which each proposed action (or its separate components) is identified as a column of the matrix and the environmental conditions or impacted areas are identified as the rows of the matrix. The entries in the matrix represent not only an indication of the areas impacted by each action but also a measure of the impact's extent. This method, attributed to Luna Leopold (Ref. 16) is basically an extension of the checklist approach in the sense that it combines the checklist of project elements with the checklist of impacts.

DETERMINATION OF ENVIRONMENTAL IMPACT IMPORTANCE

The matrix method approach discussed in the previous section and the need for presenting comparisons of alternatives both require a statement of the impact particular environmental area, given a specific action. This calls for some kind of judgment in the most general sense. First, one must measure the impact itself, that magnitude, and then one must evaluate that level of impact in terms of its relative v. the appropriate constituency. In the first case, one is looking for data about change: environment and must rely on scientific knowledge. In the second case, one is look the relative values of the society or segments of society concerned in the evaluati project. This latter situation is inherently "value judgment" and is not necessarily on scientific knowledge. Furthermore, these values are generally based on a sui constituencies in an attempt to determine the preferences of the affected groups.

These observations are of fundamental importance in comparing alternatives and selection of the best project from a given set of alternatives. Based on consideration total environmental impact, there is really no way to avoid transforming the magnitu impacts into their importance relative to values held, either explicitly or implici some constituency. When a choice is made from among alternatives, the relative val each environmental impact factor are implicitly determined to a degree at least su to have led to that decision.

To illustrate the implicit assignment of relative values to impact areas, consi simple situation in which one must select from among five alternate highway cor The two impact areas of concern deal with displacement of dwelling units and remi farm land. The potential impacts are as follows:

Proposed Impact area measures	Highway corridor alternatives			
	A	B	C	D
Number of dwelling units displaced	16	5	12	4
Number of units of farm land displaced	20	8	6	10

The choice from among the alternatives requires some statement of the relative of the two types of environmental impacts. If alternative B is chosen, a unit of farm land implied to be worth less than one dwelling unit, since the decision maker prefer forego alternative E where an additional displaced dwelling unit could have accepted in order to reduce farm land consumed by one unit. A unit of farm land is more than 1/4 dwelling unit since, otherwise, alternative D would be preferred Hence, the unit of farm land is worth between 1/4 and 1/2 dwelling unit. Similar in valuations can be derived for other choices of highway corridors.

The weighting scheme approach suggests the transformation of the degree of imp measured by the magnitude) into a value scale and the transformation of the value for each type of environmental impact into a composite value score. The latter is in what is implied when one adds the quantities given by  $m_j w_j$ . For example, rela the preceding highway corridor alternative selection, Figure 8.2 shows two p

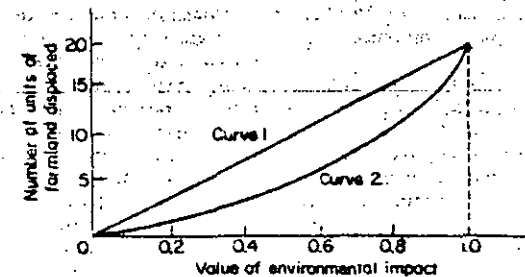


Figure 8.2 Candidate value curves for farmland impact.

transformations, or value curves, for the impact on farm land. For any number of units of farm land displaced, one can find the relative value by drawing a horizontal line from the vertical axis at the given number of units displaced to the appropriate value curve and then, at the point of intersection, drawing a vertical line down to the horizontal axis. The intersection point on this axis would represent the value (analogous to the product  $m_p w_p$  in the weighting scheme) of the impact on farm land. Curve 1 illustrates a linear relationship in which value increases as the number of units of farm land displaced increases. Curve 2 illustrates a nonlinear value relationship where small displacements have little effect. However, as more and more farm land is displaced, the remainder becomes more valuable and, therefore, its displacement causes a greater increase in value. Of course, in this example high value is regarded as bad in the sense of large adverse impact.

One can make similar transformations for the other impact area given by displacement of dwelling units and then add the corresponding values for each highway corridor alternative. The one with the smallest total would be the proper selection.

The point of this discussion is that to compare different project alternatives or actions meaningfully, one must be able to recognize the relative value of each type of environmental impact. The use of weightings such as the  $w_p$ 's or the use of value transformations such as previously discussed are techniques for accomplishing this. One must not lose sight of the inherent subjectivity in this process and the fact that in some cases inherent biases on the part of decision makers could influence the outcome of the overall selection process.

In determining the appropriate weights and the form of the value function for each impact measure, it is necessary to follow a procedure that will produce reliable results. Because these weights are essentially based on the judgmental values or attitudes of those surveyed, the selected procedure must be systematic and must be able to reduce all possible variation. The group of persons ultimately selected for the weighting should include a cross section of society such as individuals from governmental agencies, politicians and decision makers, experts in the field of environmental evaluation, representatives from special interest groups, and members of society in general. Groups of individuals representing this cross section must be sampled a number of times to obtain consistent estimates of the weights.

The procedure selected for determining the relative importance of each environmental impact area consists of ranking and pair-wise comparisons. Each individual is required to rank the impact areas and to compare in pair-wise fashion the degree of importance of highest rank with the one immediately following. If this procedure is followed in a systematic way, a weight will be developed for each area. The procedure is repeated a number of times for different groups in order to get the desired cross-sectional population representation and the reliability needed for an importance weighting.

#### Steps for Determining Weightings of Importance

The basic steps to be followed in determining the weightings of importance can be described as follows:

**Step 1.** Select a group of individuals for evaluation and explain to them in detail the weighting concept and the use of rankings and weightings.

**Step 2.** Prepare a table with columns corresponding to the range of values which can be assigned as a "score of importance" to each impact area—for example, if five values are possible, there would be five columns. The rows in the table would correspond to the impact areas being ranked as to importance.

**Step 3.** Give a copy of the table developed in Step 2 to each individual evaluator and repeat Steps 4–9 until no further changes in the table entries are desired.

**Step 4.** Ask each individual to place an "X" or other signifying mark, in each column for each impact area. Thus, a value of importance is assigned to each impact area.

**Step 5.** Ask all individuals to compare the marked columns on a pair-wise basis to insure that the impact areas are ordered on the proper relative basis in their opinion. If not, they should reassign their scores so as to have the desired relative ordering of impact areas. (For example, on a scale from 1 to 10, if a value of 10 has been assigned to impact area A and it appears that A is twice as important as B, impact area B should be assigned a value of 5.)

**Step 6.** Ask each individual to add the value (or importance score) selected for the impact areas to obtain a total.

**Step 7.** The individual should then divide the value selected for each impact area by the total obtained in Step 6 to determine the desired weighting for each area.

**Step 8.** Collect the tables from each individual evaluator and average the weights determined for each impact area to obtain a "group or composite average."

**Step 9.** Present the averages obtained to the individual evaluators and ask them to compare the group weightings with those derived by each of them individually in Step 7.

**Step 10.** If any one or more individuals desires to change the assignment of weights based on what the group decided, go to Step 4 and repeat the entire process. If no one desires to change their scores, stop the experiment, because the impact area weightings of importance will have been derived.

As an example, Table 8.12 illustrates a table of the type described in Step 2; there are thirteen impact areas of interest and five possible importance scores. By

TABLE 8.12 Illustrative Example of the Development of Impact Area Importance Weightings

Impact area	Low importance		Average importance		High importance		Total	We
	1	2	3	4	5			
Park requirements		X					2	
School age students generated			X				3	
Trips generated		X					2	
Police protection				X			4	
Fire protection				X			4	
Public service costs					X		5	
Total revenues					X		5	
Employment (long-term jobs)				X			4	
Electricity consumption			X				3	
Natural gas consumption			X				3	
Solid waste generated		X					2	
Sewage discharge			X				3	
Water consumption			X				3	
							43	

the scores corresponding to each "X," one obtains a total of 43 points. Dividing each by 43, we obtain the relative importance weightings given by the last column in the table. These fractions would be used as values of the  $w_p$ 's as presented in the section on the Matrix Method for the total project impact score formulation.

#### Steps for Development of Value Functions

Scientific information should form the basis for the value function evaluation information would specify the form of the function and the points of inflection or curvature. In cases where this information is not available, estimation procedures are necessary. A suggested procedure for this estimation divides the environmental quality range into an equal number of intervals. For each interval, an estimate of the functional relationship between the interval and the impact measure value is determined. Repeating this procedure a number of times makes it possible to define a representative function.

In estimating the value function for each impact measure, the following steps have been followed:

TABLE 8.14 Planning Factors for Land Use Configurations

	Single-family detached	Apartments	Townhouses	Shopping center	Office building
Natural gas consumption	9,000 ft <sup>3</sup> per month per DU	4,750 ft <sup>3</sup> per month per DU	6,250 ft <sup>3</sup> per month per DU	20 ft <sup>3</sup> per month per ft <sup>2</sup> GLA	3.5 ft <sup>3</sup> per month per ft <sup>2</sup> GLA
Water consumption	125 gal per day per person	90 gal per day per person	100 gal per day per person	30 gal per day per employee	25 gal per day per employee
Electricity consumption (peak demand)	5 kW per DU	4 kW per DU	4.5 kW per DU	8 W per ft <sup>2</sup> GLA	7 W per ft <sup>2</sup> GLA
Sewage discharge	100 gal per day per person	72 gal per day per person	80 gal per day per person	24 gal per day per employee	16 gal per day per employee
Solid waste	5 lb per day per person	5 lb per day per person	5 lb per day per person	2 lb per day per 100 ft <sup>2</sup> GLA	1 lb per day per 100 ft <sup>2</sup> GLA
Vehicle trips	10 trips per day per DU	8 trips per day per DU	7.5 trips per day per DU	43 trips per 1000 ft <sup>2</sup> GLA	38 trips per 1000 ft <sup>2</sup> GLA
Public service cost	\$1600 per acre	\$2600 per acre	\$1400 per acre	\$2700 per acre	\$1800 per acre
Nonproperty tax revenue	\$800 per acre	\$2200 per acre	\$900 per acre	\$7400 per acre	\$300 per acre

employment impact and total revenue impact since in these cases an increase is generally regarded as "good." To illustrate the use of this table, suppose a configuration has an implied requirement of 6 acres of parks. This would represent a 20 percent increase over the present land use of 5 acres, and so a score of +1 would be assigned to the specific configuration's impact on park requirements.

Table 8.17 provides the results obtained using the planning factors of Tables 8.14 and 8.15. The percent change quantities are the result of comparing the magnitude of impact

TABLE 8.15 Additional Planning Factors

Number of policemen per 1000 population	= 1.8
Number of firemen per 1000 population	= 0.9
Number of employees per 500 ft <sup>2</sup> of shopping center GLA	= 1.0
Number of employees per 150 ft <sup>2</sup> of office GLA	= 1.0
Number of students per DU	= 1.4 single-family detached 0.8 apartments 1.0 townhouses
Acres of local parks per 1000 population	= 4.0
Property tax rate	= \$1.50 per \$100 assessed valuation
Tax assessment factor	= 25%
Population per DU	= 4.0 single-family detached 2.2 apartments 3.0 townhouses
Market value per DU	= \$60,000 single-family detached \$18,000 apartments \$45,000 townhouses
Market value per ft <sup>2</sup> GLA	= \$30 shopping center \$25 office building

with the present level of impact and the value quantities are then derived from application of Table 8.16. For example, in the case of water consumption for Configuration C, is computed as follows:

$$\begin{aligned} & \left( \begin{matrix} 1,000,000 \text{ ft}^2 \\ \text{of shopping} \\ \text{center} \end{matrix} \right) \left( \begin{matrix} 1 \text{ employee} \\ \text{per } 500 \text{ ft}^2 \end{matrix} \right) \left( \begin{matrix} 30 \text{ gal} \\ \text{per day per} \\ \text{employee} \end{matrix} \right) = 60,000 \text{ gal per day} \\ & \left( \begin{matrix} 160,000 \text{ ft}^2 \\ \text{of office} \\ \text{space} \end{matrix} \right) \left( \begin{matrix} 1 \text{ employee} \\ \text{per } 150 \text{ ft}^2 \end{matrix} \right) \left( \begin{matrix} 25 \text{ gal} \\ \text{per day per} \\ \text{employee} \end{matrix} \right) = 26,700 \text{ gal per day} \\ & \left( \begin{matrix} 30 \text{ acres} \\ \text{of apart-} \\ \text{ments} \end{matrix} \right) \left( \begin{matrix} 20 \text{ dwelling} \\ \text{units per} \\ \text{acre} \end{matrix} \right) \left( \begin{matrix} 2.2 \text{ people} \\ \text{per apart-} \\ \text{ment} \end{matrix} \right) \left( \begin{matrix} 90 \text{ gal} \\ \text{per day} \\ \text{per person} \end{matrix} \right) = 118,800 \text{ gal per day} \\ & \left( \begin{matrix} 25 \text{ acres} \\ \text{of town-} \\ \text{houses} \end{matrix} \right) \left( \begin{matrix} 7 \text{ dwelling} \\ \text{units per} \\ \text{acre} \end{matrix} \right) \left( \begin{matrix} 3.0 \text{ people} \\ \text{per town-} \\ \text{house} \end{matrix} \right) \left( \begin{matrix} 110 \text{ gal} \\ \text{per day} \\ \text{per person} \end{matrix} \right) = 52,500 \text{ gal per day} \\ & \text{TOTAL} = 258,000 \text{ gal per day} \end{aligned}$$

Comparing this total with the present usage of 250,000 gal implies a  $\frac{258,000 - 250,000}{250,000}$  3.2% increase which results in a value of +1.

TABLE 8.16 Determination of Impact Values

Impact on present condition	Value
>100% increase	+7
50-99.9% increase	+5
25-49.9% increase	+3
0-24.9% increase	+1
No change	0
0-24.9% decrease	-1
25-49.9% decrease	-3
50-99.9% decrease	-5
>100% decrease	-7

NOTE: Reverse the signs for employment and total revenues.

Multiplying the weighting factors of Table 8.12 times the corresponding impact area value of Table 8.17, and then adding over all impact areas yields a total impact score for each redevelopment configuration. This results in a total score for Configuration A given by:

Park requirements	$(\frac{1}{40}) \times (+5) = 0.235$
School age students	$(\frac{1}{40}) \times (+3) = 0.210$
Trips generated	$(\frac{1}{40}) \times (-5) = -0.235$
Police protection	$(\frac{1}{40}) \times (+5) = 0.465$
Fire protection	$(\frac{1}{40}) \times (+5) = 0.465$
Public service costs	$(\frac{1}{40}) \times (-1) = -0.116$
Total revenues	$(\frac{1}{40}) \times (+1) = 0.116$
Employment	$(\frac{1}{40}) \times (+7) = 0.651$
Electricity consumption	$(\frac{1}{40}) \times (-5) = -0.350$
Natural gas consumption	$(\frac{1}{40}) \times (-1) = -0.070$
Solid waste generated	$(\frac{1}{40}) \times (-5) = -0.235$
Sewage discharge	$(\frac{1}{40}) \times (+1) = 0.070$
Water consumption	$(\frac{1}{40}) \times (0) = 0$
<b>TOTAL</b>	<b>= 1.206</b>

**Step 1** Obtain specific information when available on the relationship between the measure or parameter and the quality of the environment.

**Step 2** Order the impact measure scale so that the lowest value of the parameter is zero and it increases in the positive direction—no negative values.

**Step 3** Divide the quality scale (0-1) into equal intervals and express the relationship between this interval and the parameter. Continue this procedure until a curve is constructed.

**Step 4** Average these values as expressed in curves over all persons in the experiment. (For parameters based solely on judgment, value functions should be determined by a representative population cross section.)

**Step 5** Replicate this experiment with the same group or another group of persons to increase the reliability of the functions.

**TABLE 8.13** Illustrative Example of Dissolved Oxygen Level Versus Environmental Quality

Level of dissolved oxygen (mg/L)	Relative environmental quality value at each level
0	0
1	0.05
2	0.10
3	0.15
4	0.25
5	0.50
6	0.75
7	1.0
8	1.0
9	1.0
10	1.0

One impact measure or parameter that provides a relatively simple example for developing value functions is the level of dissolved oxygen, expressed in milligrams per liter. Suppose that a group of water quality specialists agreed on the relationships shown in Table 8.13 between dissolved oxygen and the overall value of environmental quality that dissolved oxygen levels represent. (Note: For dissolved oxygen, value would relate primarily to the support of aquatic life.)

In other words, using this example, dissolved oxygen at 4 mg/L is only valued at 25 percent of its maximum quality, whereas dissolved oxygen at 7 mg/L or up provides 100 percent quality. Based on these estimates, the value function for dissolved oxygen is shown in Figure 8.3.

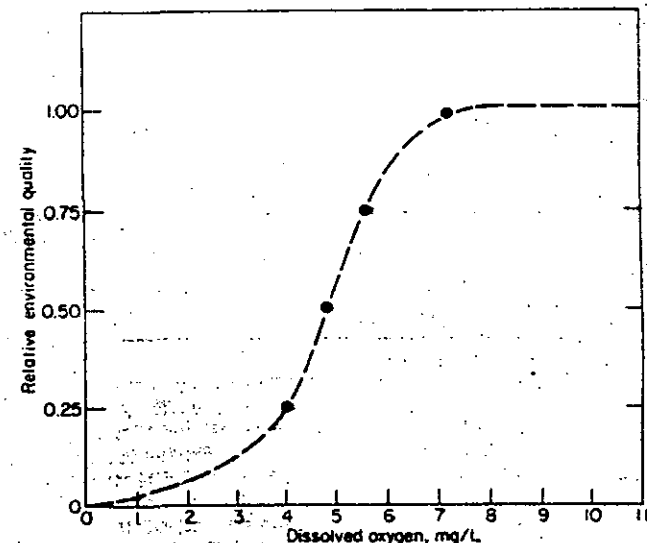
#### EXAMPLE OF TOTAL IMPACT EVALUATION

To illustrate the techniques discussed in the preceding sections consider the following situation. A 100-acre area within a city presently consists of a mix of low-income family units, abandoned houses, grocery and liquor stores, and numerous light-manufacturing plants. This area, because of its present condition, is being considered by the local redevelopment agency for redevelopment. There are four candidate redevelopment configurations, which are as follows:

- Configuration A: 100 acres of single-family detached homes at 5 DU/acre
- Configuration B: 60 acres of single-family detached homes at 5 DU/acre; 20 acres of apartments at 20 DU/acre; 20 acres of townhouses at 7 DU/acre
- Configuration C: 40 acre shopping center with 1,000,000 ft<sup>2</sup> gross leasable area (GLA); 160,000 ft<sup>2</sup> GLA of office space covering 5 acres; 30 acres of apartments at 20 DU/acre; 25 acres of townhouses at 7 DU/acre
- Configuration D: 40 acre shopping center with 1,000,000 ft<sup>2</sup> GLA; 60 acres of apartments at 20 DU/acre

The selection of a redevelopment configuration will be based on a weighted evaluation of the impacts in thirteen potential impact areas, namely:

Park requirements	Employment (long-term jobs)
School age students generated	Electricity consumption
Trips generated	Natural gas consumption
Police protection	Water consumption
Fire protection	Solid waste generated
Public service costs	Sewage discharged
Total revenues	



**Figure 8.3** Example of a value function for dissolved oxygen as a measure of water quality

To perform this weighted evaluation, a number of factors must be employed. The presented in Tables 8.14 and 8.15. Additional assumptions are as follows for the land use:

Natural gas consumption	= 5,000,000 ft <sup>3</sup> /month
Water consumption	= 250,000 gal/day
Electricity peak demand	= 5,000 kilowatts (kW)
Sewage discharge	= 175,000 gal/day
Solid waste generated	= 20,000 lb/day
Vehicle trips generated	= 10,000 trips/day
Public service cost	= \$200,000
Total revenues	= \$250,000
Students generated	= 500
Park requirements	= 5 acres
Policemen needed	= 2
Firemen needed	= 1
Employment (i.e., permanent jobs)	= 500

In addition, it is assumed that the residential land uses under consideration generate long-term employment in the area, only short-term jobs due to construction.

Table 8.12 provides a framework which will be used to provide the weight importance for each environmental impact area. These weightings are to be multiplied the value of each configuration's impact on each of the thirteen impact areas. The value will be determined according to the scheme presented in Table 8.16 in which a value is considered bad. In two cases, the signs must be reversed—namely in the c:

(initial  $\alpha$  change) will stimulate phytoplankton blooms in the estuary. Conceivably, a potential impact of the phytoplankton blooms could be increased sedimentation of the estuary from the accumulation of dead organisms. Sedimentation of the estuary could then be traced to decreased water depth. Decreased water depth, in turn, could produce a myriad of impacts (increased penetration of sunlight, increase of bottom plant growth, increased temperature of estuary, decreased flushing of the estuary—to list but a few). The key question is whether blooms of phytoplankton have been known to increase the sedimentation rate of an estuary to the extent that there will be a significant decrease in the water depth. If the effect of sedimentation from dead plankton is an imperceptible decrease in water depth over a period of a few years, the impact should not be included in the network.

An impact network does provide in a summary form an overview of the impacts caused and/or induced by the project and its related activities. For this reason it is a useful tool. However, this is only a qualitative summary that can be used to generate an overall impact score as was done with the use of impact matrices. The method of accomplishing this requires (1) estimation of the occurrence probabilities of the individual chain of events in a branch of the tree and (2) adding for each possible branch the product of the probability that the events on the branch occur and the total impact score using a measure of the type suggested in the section on the Matrix Method.

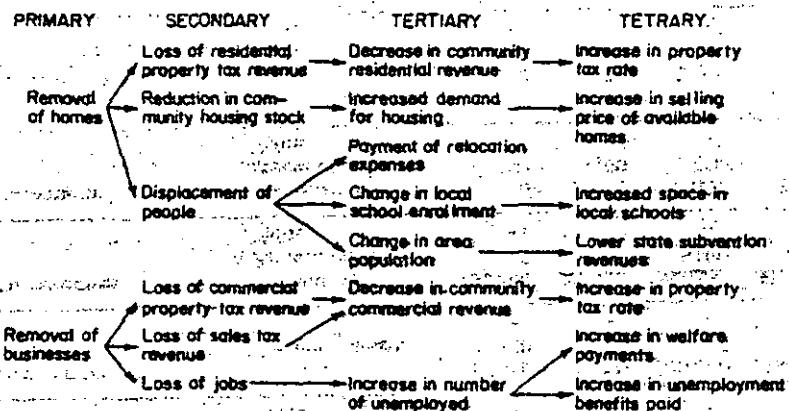


Figure 8.5: Example of impact tree for new freeway construction in established downtown business district.

To illustrate this technique, consider the impact tree given in Fig. 8.6, in which there are two basic project activities, say A and B. In Fig. 8.6a activity A has two primary impacts, three secondary impacts, and two tertiary impacts. Activity B has two primary impacts, four secondary impacts, and four tertiary impacts. There are ten branches of this tree given by the chains of events shown in Fig. 8.5b.

Now let

$$p_i = \text{probability that the events on branch } i \text{ occur}$$

for  $i = 1, 2, \dots, 10$ . Also, for each impact X, define

$$M(X) = (+ \text{ or } -) \text{ magnitude of impact } X$$

and

$$I(X) = \text{importance weighting of impact } X.$$

where both  $M(X)$  and  $I(X)$  have values ranging over some arbitrary scale (for example, from 1 to 10). Then we define the impact score for a given branch of the impact tree to be

$$\sum M(X)I(X),$$

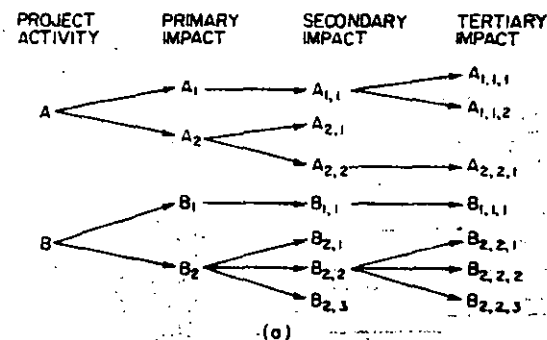
where the summation is over all impacts (events) X on the branch.

For example, the impact score for branch 1 would be given by

$$M(A_1)I(A_1) + M(A_{1,1})I(A_{1,1}) + M(A_{1,1,1})I(A_{1,1,1})$$

In a similar way, one could compute the impact score of the other nine branches since there is some uncertainty as to whether or not the identified primary, secondary, tertiary impacts will actually occur, one might weigh these branch impact scores probability of occurrence. Adding these weighted scores over all branches (combinations of events which could occur) leads to an "expected environmental score" given by

$$\text{Expected environmental impact} = \sum_{i=1}^{10} p_i (\text{Impact score for branch } i)$$



- (a)
- Branch 1: A<sub>1</sub> → A<sub>1,1</sub> → A<sub>1,1,1</sub>
  - Branch 2: A<sub>1</sub> → A<sub>1,1</sub> → A<sub>1,1,2</sub>
  - Branch 3: A<sub>2</sub> → A<sub>2,1</sub>
  - Branch 4: A<sub>2</sub> → A<sub>2,2</sub> → A<sub>2,2,1</sub>
  - Branch 5: B<sub>1</sub> → B<sub>1,1</sub> → B<sub>1,1,1</sub>
  - Branch 6: B<sub>2</sub> → B<sub>2,1</sub>
  - Branch 7: B<sub>2</sub> → B<sub>2,2</sub> → B<sub>2,2,1</sub>
  - Branch 8: B<sub>2</sub> → B<sub>2,2</sub> → B<sub>2,2,2</sub>
  - Branch 9: B<sub>2</sub> → B<sub>2,2</sub> → B<sub>2,2,3</sub>
  - Branch 10: B<sub>2</sub> → B<sub>2,3</sub>

Figure 8.5 Illustrative impact tree (a) and corresponding branches (b).

To illustrate this technique, consider the example presented in Figure 8.5 for the typical impacts caused by new freeway construction in a downtown area. Suppose it has been determined that the magnitude and importance scores for these impacts are shown in Table 8.18.

There are nine branches in the impact tree depicted in Figure 8.5. The probability of occurrence of the impacts on the branch given by

Removal of homes	Loss of residential property tax revenue	Decrease in community residential revenue	Increase in property tax rate
------------------	--	---	-------------------------------

is equal to  $(1.0)(1.0)(1.0)(0.3) = 0.3$ , and the total branch impact score is equal to  $(-2)(-1.5)(5) + (-0.5)(10) + (-1)(3) = -23.5$ . The weighted impact score would

TABLE 8.17 of Configuration Environmental Impacts

Impact area		Configuration			
		A	B	C	D
Park requirements	No. acres	8	10	7.38	10.56
	Percent change	-60	+100	+48	+111
	Value	+5	+7	+3	+7
School age students	No. generated	700	880	655	960
	Percent change	+40	+76	+31	+92
	Value	+3	+5	+3	+5
Trips generated	No. trips/day	5,000	6,450	53,993	50,200
	Percent change	-50	-36	>100	>100
	Value	-5	-3	+7	+7
Police protection	No. policemen	3.6	4.5	3.3	4.75
	Percent change	+80	>100	+65	>100
	Value	+5	+7	+5	+7
Fire protection	No. firemen	1.8	2.25	1.65	2.375
	Percent change	+80	>100	+65	>100
	Value	+5	+7	+5	+7
Public service costs	Amount (\$)	160,000	176,000	230,000	264,000
	Percent change	-30	-12	+15	+32
	Value	-1	-1	+1	+3
Total revenues	Amount (\$)	192,500	228,125	583,531	621,500
	Percent change	-23	-9	>100	>100
	Value	+1	+1	-7	-7
Employment	No. jobs	0	0	3,067	2,000
	Percent change	-100	-100	>100	>100
	Value	+7	+7	-7	-7
Electricity consumption	Peak demand in kW	2,500	3,730	12,308	12,800
	Percent change	-50	-25	>100	>100
	Value	-5	-3	+7	+7
Natural gas consumption	Million ft <sup>3</sup> /month	4.5	3.475	24.504	25.7
	Percent change	-10	+10	>100	>100
	Value	-1	+1	+7	+7
Solid waste generated	lb/day	10,000	12,500	30,825	33,200
	Percent change	-50	-38	+54	+68
	Value	-5	-3	+5	+5
Sewage discharge	Gal/day	200,000	217,000	202,000	238,000
	Percent change	+14	+24	+15	+38
	Value	+1	+1	+1	+3
Water consumption	Gal/day	250,000	271,200	258,000	297,600
	Percent change	0	+8	+3	+19
	Value	0	+1	+1	+1

In a similar way, one can compute the totals for configuration B, C, and D which are 2,350, 1,618, and 2,690. Hence, Configuration A is the best by virtue of having the lowest total.

## NETWORK METHOD

Network approaches attempt to expand upon the matrix theme by introducing a condition-effect network which allows identification of cumulative or indirect effect. A network is actually shown in the form of a tree, also called a relevance or impact tree, is used to relate and record secondary, tertiary, and higher order effects. Figure 8.4 is a conceptual framework for such a tree due to J. Sorensen (Ref. 11 and 22). To develop a network of this type basically requires answering a series of questions relative to the project activities such as what are the primary impact areas, what are the primary impacts within these areas, what are the secondary impact areas, what are the secondary impacts within these areas, what tertiary impacts flow from these, etc. This is the approach which must be followed. Figure 8.5 provides an illustrative example of this approach in the case of new freeway construction in an established downtown business district. Consideration of two of the many primary impacts given by the removal of homes and

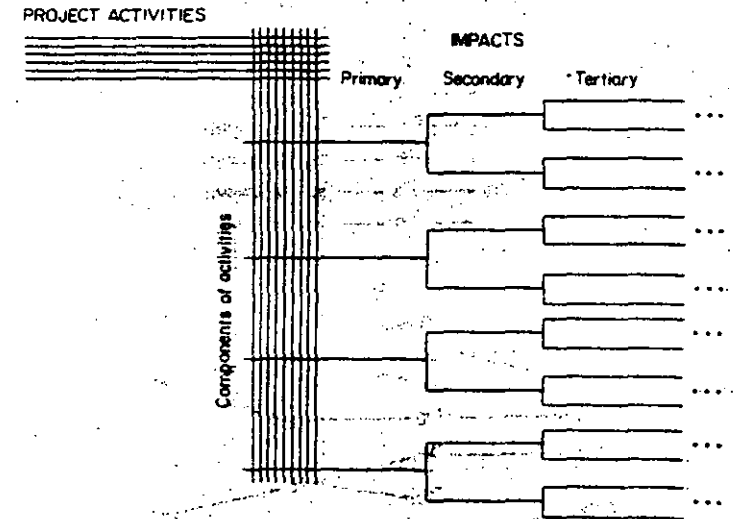


Figure 8.4 Conceptual framework of impact networks.

A network approach is appealing because the environment operates as such a complex system. An action causes one or more environmental condition changes which in turn produce one or more subsequent condition changes that will ultimately result in one or more terminal effects. For example, highway cuts or fills could cause erosion of soil slopes into a stream course. The added soil material could increase stream turbidity, silt the channels, alter stream channel regime, and these, in turn, could increase the potential; block passage of aquatic biota, or degrade stream habitat for aquatic biota.

Unfortunately, in the construction of impact networks, it may happen that cyclic effects may repeat in the expansion of the tree of impacts. This is to be expected where there exist complex interactions between effects and corresponding chain reactions. Other considerations in the use of this type of method deal with the probability that an identified condition change will produce a further condition change and whether or not the additional condition change that might be produced, regardless of low or high probability of occurrence, is significant enough to include in the next network.

For example (due to Sorensen), a wastewater treatment plant might release a nutrient-enriched effluent (project action) into an estuary. The increase in nutrient concentration



10. Hill, Morris and Rachel Alterman, "Power Plant Site Evaluation: The Case of the Sharon Plant in Israel," *Journal of Environmental Management*, Vol. 2 (1974), pp 179-196.
11. Hopkins, Lewis D. et al, *Environmental Impact Statements: A Handbook for Writers and Reviewers*, Report No. HIEQ 73-8, Illinois Institute for Environmental Quality, Chicago, Ill., Aug. 1973, PB 226 276.
12. Hornback, Kenneth E., Joel Guttman, Harold L. Himmelstein, Ann Rappaport, and Roy Reyna, *Studies in Environment*, Volume II, *Quality of Life*, Report No. EPA-600/5-73-012b, Environmental Protection Agency, Feb. 1974.
13. Hyde, Luther W., *Environmental Impact Assessment by Use of Matrix Diagram*, Alabama Development Office, State of Alabama, June 1974, PB 235 221.
14. Jain, R. K. and L. V. Urban, *A Review and Analysis of Environmental Impact Assessment Methodologies*, Tech. Report E-60, Construction Engineering Research Laboratory, Champaign, Ill., June 1975, AD A013 359.
15. Jones & Stokes Associates, Inc., *Development Guidelines for Areas of Statewide Critical Concern*, Vol. I, "Development Guidelines," Report No. OPP-74-10-V-1, Sacramento, Calif., July 1974, PB 237 319.
16. Leopold, Lana B., Frank E. Clarke, Bruce B. Hansaw, and James R. Balsely, *A Procedure for Evaluating Environmental Impact*, Geological Survey Circular No. 645, U. S. Department of Interior, 1971.
17. Malcolm, D. G. et al, *Environmental Indices for the Los Angeles Data Base*, California State University, Los Angeles, March 1975, PB 245 281.
18. McHarg, L., *Design with Nature*, Natural History Press, Garden City, N.Y., 1969.
19. Odum, Eugene P. et al, "Totality Indexes for Evaluating Environmental Impacts of Highway Alternatives," *Transportation Research Record* 561, *Transportation Energy Conservation and Demand*, pp. 57-67.
20. Schaeferman, Phillip S., *Using an Impact Measurement System to Evaluate Land Development*, U.I. 200-214-6, The Urban Institute, Washington, D.C., Sept. 1976.
21. Schlessinger, B. and D. Daetz, "A Conceptual Framework for Applying Environmental Assessment Matrix Techniques," *Journal of Environmental Sciences*, July/August 1973, pp. 11-16.
22. Sorensen, Jens C. and Mitchell L. Moss, *Procedures and Programs to Assist in the Impact Statement Process*, University of California, Berkeley, April 1973, COM-73-11033.
23. The Futures Group, Glastonbury, Conn., *A Technology Assessment of Geothermal Energy Resource Development*, 15 April 1975.
24. U.S. Department of Defense, Corps of Engineers, "Environmental Considerations: Proposed Policies and Procedures," *Federal Register*, Vol. 42 No. 36, 23 Feb. 1977.
25. U.S. Department of Housing and Urban Development, "Procedures for Protection and Enhancement of Environmental Quality," *Federal Register* Vol. 38, 18 July 1973 and as amended in *Federal Register* Vol. 39, 4 Nov. 1974.
26. \_\_\_\_\_, *Environmental Impact Statement for Pauahi Urban Renewal Project, Hawaii R-15*, EIS-HI-73-0851-F.
27. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, *Environmental Protection and Enhancement*, BLM Manual 1780, 13 June 1974.  
Warner, L., *Environmental Impact Analysis: An Examination of Three Methodologies*, Department of Agricultural Economics, University of Wisconsin, 1973, PB-231 763.
28. Whitman, Ira L., Norbert Doe, John T. McGinnis, David C. Fahringer, and Janet K. Baker, *Design of an Environmental Evaluation System*, Battelle, Columbus Laboratories, Columbus, Ohio, 30 June 1971, PB 201 743.
29. Yurman, Dan, "Focused Investments in the City," *Practicing Planner*, Feb. 1976, pp. 16-23.

## Index

likely, the probability of occurrence of the impacts on the branch given by

is equal to  $(1.0)(0.9)(0.9)(0.2) = 0.162$ , and the total branch impact score is equal to  $(-4)(5) + (-3)(6) + (-0.5)(7) + (-0.1)(0.2) = -41.52$ . Hence, the weighted impact score is  $(0.162)(-41.52) = -6.73$ . Repeating these calculations for the other seven branches and adding the weighted impact scores for the nine branches, one obtains

Expected environmental impact = -54.93,

which implies a significant adverse impact.

TABLE 8.18 Illustrative Impact Frequency, Magnitude, and Importance Values for New Freeway Construction in a Downtown Area

Impact	Probability of occurrence	Magnitude	Importance
Removal of homes	1.0	-2	4
Loss of residential property tax revenue	1.0	-15	5
Decrease in community residential revenue	1.0	-0.5	10
Increase in property tax rate	0.3	-1	3
Reduction in community housing stock	1.0	-0.25	2
Increased demand for housing	0.4	+3	3
Increase in selling price of available homes	0.2	-12	1
Displacement of people	1.0	-1	7.5
Payment of relocation expenses	1.0	-0.7	0.5
Change in local school enrollment	0.8	+2.2	1
Increased space in local schools	0.8	+1.5	3.5
Change in area population	0.95	+0.2	1.5
Lower state subvention revenues	0.5	-1.1	9
Removal of businesses	1.0	-4	5
Loss of commercial property tax revenue	1.0	-4.8	6
Decrease in community commercial revenue	0.2	-1.5	10
Loss of sales tax revenue	0.2	-2.5	10
Loss of jobs	0.9	-3	6
Increase in number of unemployed	0.9	-0.5	7
Increase in welfare payments	0.1	-0.8	0.7
Increase in unemployment benefits paid	0.2	-0.1	0.2

NOTE: The convention employed is that "-" denotes an adverse impact to the community as a whole and "+" denotes a beneficial impact to the community as a whole.

Several important observations can be made regarding this attempt to obtain an overall quantitative score. First, one must be able to estimate meaningfully the chances of occurrence of individual impacts, as measured by the probability of occurrence. Second, the total score computed has no real value on an absolute basis—it is a relative score which can be used to compare various project alternatives or the results of implementing possible mitigation measures. Third, in order for the measure given by the expected environmental impact to have meaning, the underlying impact network must address all

possible and significant cause-condition-effect sequences or chains of events—if any left out, then clearly the score is incomplete.

SUMMARY

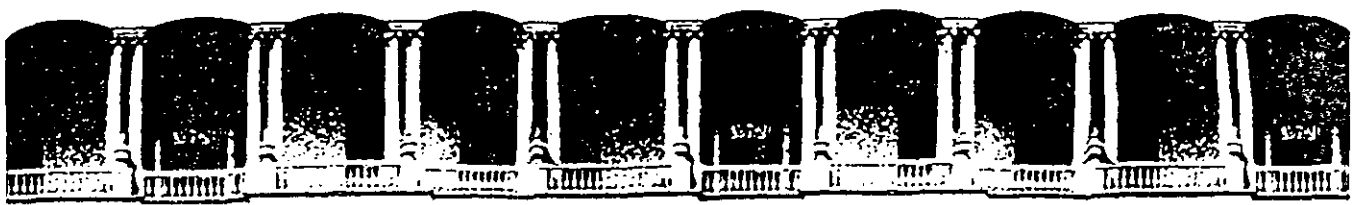
Since the enactment of the National Environmental Policy Act of 1969, a number systematic checklists, matrix methods, and network-type procedures have been proposed and utilized as guides in environmental impact assessment. These devices play a fundamental role in the four basic aspects of environmental impact analysis given by: (1) identification of impacts, (2) measurement of impacts, (3) interpretation of impacts, and (4) communication of the results. Furthermore, each method differs from the others vis-a-vis these four areas. For example, a checklist is primarily designed to aid in impact identification and, as a result, provides, because of its structure, communication of the results. The matrix method provides both identification and communication, but, coupled with some type of impact measure based on magnitude and importance of impact, can also provide information regarding measurement and interpretation. Similarly, the network or impact tree method provides both identification and communication, but, using an expected value type measure of environmental impact, can also provide information regarding measurement and interpretation.

It must be remembered that a neat structure for recording impacts does not eliminate the difficulties of actually determining what they are and then meaningfully assessing their extent. Even if one develops some type of checklist, matrix, or network as a guide in conducting the assessment, one must not lose sight of the fact that these impacts depend upon the particular type of project activity being undertaken as it relates to the place where it is occurring. In addition, many of these impacts are temporal in nature. In the latter case, the use of numerical techniques with matrices or impact trees to derive an impact score is not easily modified or amenable to time differences between impacts such as short-term versus long-term.

The point to be made here is that the tools and techniques presented and discussed in this chapter are intended to be used as an aid in conducting environmental impact analysis. They are appealing because they provide assistance in trying to grasp the overall effect of the project in the sense of assessing the collective impact of the "good" and the "bad" of the project. However, this overall assessment or summarization of the environmental impact should only serve as information for the general public and the decision makers involved. There are other considerations such as public opinion and local politics which will influence whether or not the project will be undertaken and, if so, how its activities might be altered and adverse impacts mitigated. A total impact score is, in itself, nothing more than a measure of what the overall environmental impact is on some specified scale. The significance of the score and how it is used is left to be determined by those individuals and agencies with jurisdiction over the project and its activities.

REFERENCES

1. Bisselle, C. A., S. H. Lathore, and R. P. Pikel. *National Environmental Indices: Air Quality and Outdoor Recreation*, Report No. MTH-6159, The Mitre Corp., McLean, Va., April 1972. PB 210 668.
2. Burnham, J. B. et al. *A Technique for Environmental Decision Making Using Quantified Social and Aesthetic Values*, BNWL-1787, Battelle Pacific Northwest Labs., Wash., Feb. 1974.
3. Canter, Larry W., *Environmental Impact Assessment*, McGraw-Hill, New York, 1977.
4. Carter, E. C., J. W. Hall, and L. E. Haefner, "Incorporating Environmental Impacts in the Transportation System Evaluation Process," Highway Research Record No. 467, 1973.
5. Carter, Steve, Murray Frost, Claire Rubin, and Lyle Simek, *Environmental Management and Local Government*, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Report No. EPA-600/3-73-016, Feb. 1974.
6. Denver Regional Council of Governments, *Guide to Preparation of Environmental Impact Statements*, Report No. DRCOG-73-004, May 1973. PB 221 382.
7. Dickert, Thomas G. and Katherine R. Dorney, *Environmental Impact Assessment: Guidelines and Commentary*, University Extension, University of California, Berkeley, 1974.
8. Environmental Protection Agency, *Quality of Life Indicators: A Review of State-of-the-Art and Guidelines Derived to Assist in Developing Environmental Indicators*, Dec. 1973. EPA-600/3-73-016, PB 225 034.
9. Hellstrom, David I., *A Methodology for Preparing Environmental Statements*, D. Little, Inc., Cambridge, Mass., Aug. 1975. AD A039265.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS**

*Del 31 de agosto al 11 de septiembre de 1992*

**8. AFECTACIONES A LA FLORA Y FAUNA**

**BIOL. MARIA PIA GALLINA TESSARO**

**AGOSTO-SEPTIEMBRE-1992**

## QUÉ ES LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

EL PROPOSITO DE ESTE ES GARANTIZAR QUE LA CALIDAD AMBIENTAL ESTÁ PLENAMENTE CONSIDERADA EN EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES. EL DOCUMENTO QUE SE ELABORA ES LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y CUYO OBJETIVO ES PROPORCIONAR LOS MEDIOS PARA DAR UNA ATENCIÓN A LOS ASPECTOS AMBIENTALES EN EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y TOMA DE DECISIONES. ESTE DOCUMENTO DEBE TENER INFORMACIÓN DETALLADA PARA PERMITIR QUE LA AUTORIDAD TOMA LA DECISIÓN CON PLENO CONOCIMIENTO Y CONSIDERACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS. ES IMPORTANTE QUE LOS IMPACTOS DE UNA ACCIÓN PROPUESTA O PROYECTO, SOBRE LA CALIDAD DEL AMBIENTE FISICO SEA OBJETIVAMENTE PONDERADA CON LOS IMPACTOS SOBRE EL AMBIENTE SOCIAL, ESTÉTICO Y ECONÓMICO, TANTO EN EL CORTO COMO EN EL LARGO PLAZO.

LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ES EL ANÁLISIS OBJETIVO CONDUCTO PARA IDENTIFICAR Y MEDIR EFECTOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS, SOCIALES Y ESTÉTICOS DE UNA ACCIÓN (ACTIVIDAD, OBRA, PROYECTO) Y LAS VARIAS ALTERNATIVAS RAZONABLES.

LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS REQUIERE ANTES QUE NADA DE LA DESCRIPCIÓN Y ENTENDIMIENTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES PREVIO A LA ACTIVIDAD.

## FACTORES BIOLÓGICOS

VEGETACION TERRESTRE: TIPO DE VEGETACION, DIVERSIDAD, ESTRATIFICACION, ESPECIES DOMINANTES, DE INTERES COMERCIAL, CULTURAL Y BIOLÓGICO.

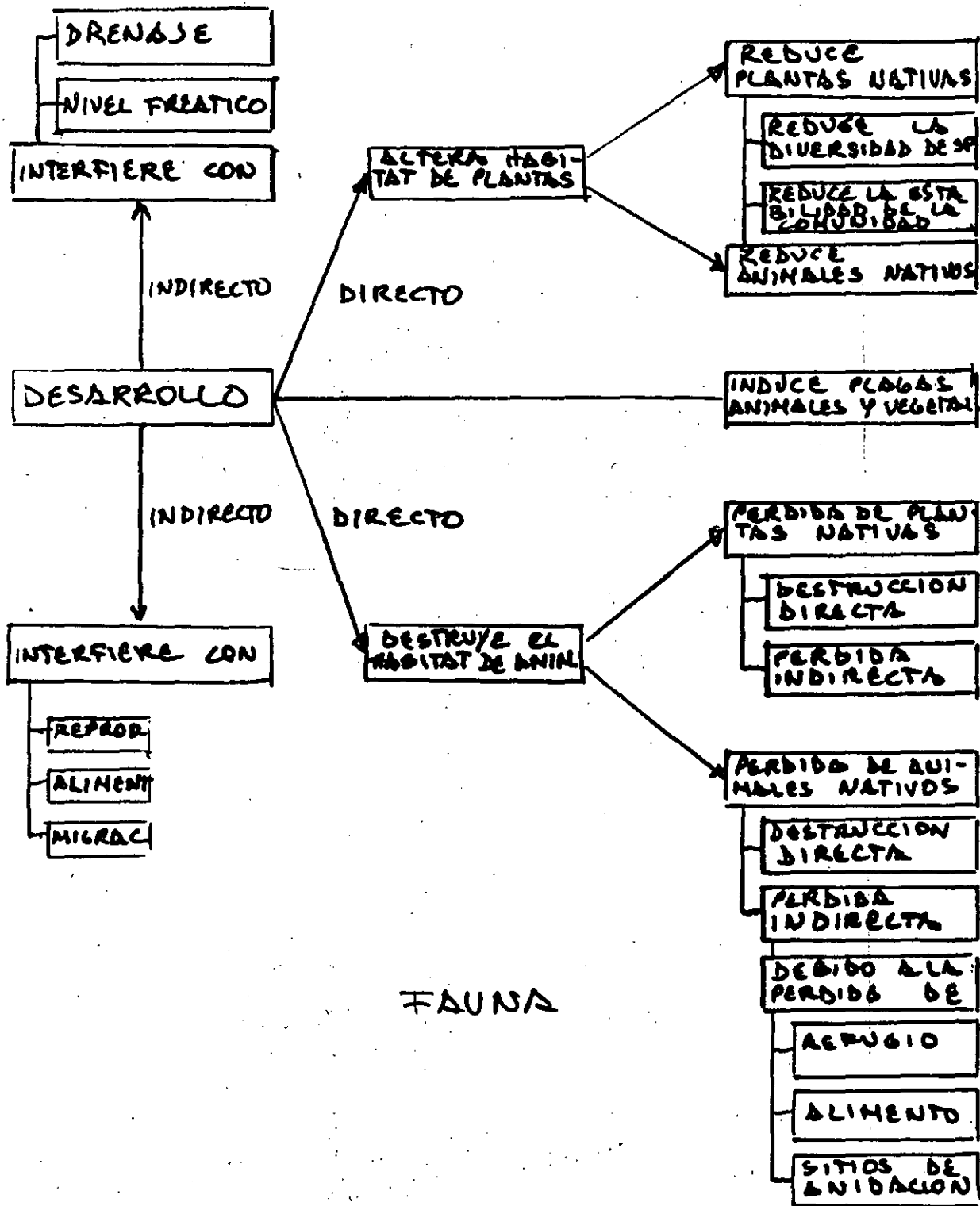
VEGETACION ACUÁTICA: TIPO DE VEGETACION, DIVERSIDAD, ABUNDANCIA, ESPECIES DOMINANTES

FAUNA SILVESTRE: HABITATS, DIVERSIDAD DE ESPECIES, ABUNDANCIA, ZONAS DE REPRODUCCION, CORREDORES, ESPECIES MIGRATORIAS, CINEGÉTICAS, ENDEMICAS, COMERCIALES.

FAUNA ACUÁTICA: DIVERSIDAD DE ESPECIES, ABUNDANCIA, ESPECIES ENDEMICAS, COMERCIALES, ZONAS DE REPRODUCCION.

AREAS CRÍTICAS, AREAS NATURALES PROTEGIDAS.

# VEGETACION



# FAUNA

IMPACTOS DE UN DESARROLLO SOBRE LA VEGETACION Y LA FAUNA

TOMADO DE: RAU AND WOOTEN. 1980. ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS. MC GRAW-HILL.

## IMPACTOS SOBRE LA BIOCENOSIS

### FAUNA

- Eliminación o Reducción de spp.
- Desplazamientos de individuos, spp o pobla.
- Eliminación o reducción de spp. Raras o en Pel. Ext.
- Perdida o alteración de poblaciones
- Invasión de nuevas spp. animales
- Proliferación de spp. en número excesivo
- Alteración de la Diversidad
- Introducción de spp. exóticas
- Proliferación de insectos, roedores o aves
- Cambios en la composición y No. de spp. acuáticas
- Eliminación o alteración de hábitats terrestres.
- Eliminación o alteración de hábitats acuáticos
- Muerte por atropello
- Aislamiento de animales de ambito territorial peq.
- Concentración de spp. o individuos.

## IMPACTOS SOBRE LA BIOCENOSIS

### FLORA

- Eliminación de cubierta vegetal
- Reducción de la cubierta vegetal
- Cambios en la cubierta vegetal
- Aumento del riesgo de incendios
- Proliferación de especies exóticas o invasoras
- Pérdida de spp. naturales
- Dificultad para la regeneración
- Disminución de la estabilidad
- Disminución de la producción
- Pérdida de diversidad de spp
- Incremento del efecto borde

### PROCESOS ECOLOGICOS

- Alteración de las cadenas alimentarias
- Alteración de los ciclos de reproducción
- Alteración o ruptura de vías migratorias
- Alteración en el comportamiento migratorio
- Alteración o destrucción de pautas de compartamiento
- Perturbación (luces nocturnas, circulación extraordinaria, etc)



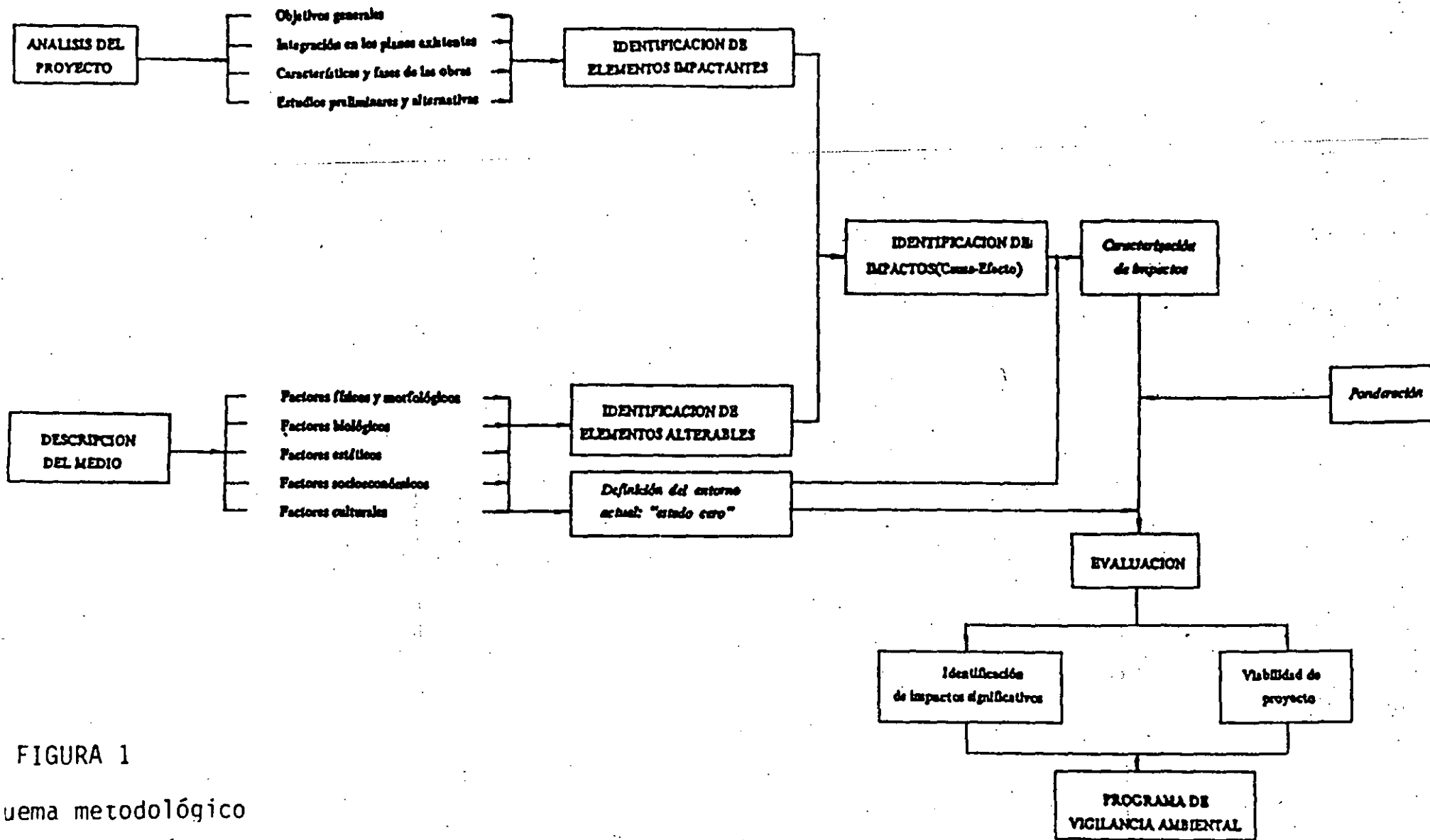


FIGURA 1

Diagrama metodológico

LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

## IDENTIFICACION DE PROBLEMAS, IMPACTOS POTENCIALES DE LAS - ACTIVIDADES.

A LA HORA DE ANALIZAR LOS IMPACTOS QUE LAS ACTIVIDADES PRODUCEN EN LOS ECOSISTEMAS, HAY QUE TENER PRESENTE QUE CADA GRAN ACTIVIDAD SE DESCOMPONE A SU VEZ EN MULTITUD DE OPERACIONES - O SUBACTIVIDADES CAPACES POR ELLAS MISMAS DE PRODUCIR IMPACTOS Y QUE MUCHAS ACTIVIDADES INCIDEN DE MANERA DISTINTA SEGÚN EL MOMENTO (FASE DE CONSTRUCCIÓN, FASE DE OPERACIÓN).

EN EL CUADRO 9 SE TRATA DE RELACIONAR LA ACCIÓN CON SU EFECTO, ES DECIR, QUÉ IMPLICACIONES ECOLÓGICAS TIENE LA REALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD, SEÑALANDO CON UNA CRUZ AQUÉLLOS PUNTOS QUE SE VEAN AFECTADOS.

CUANDO SE QUIERA ESTUDIAR EL IMPACTO ECOLÓGICO QUE UNA ACTIVIDAD PRODUCE EN EL MEDIO, SABEMOS QUE LA MAYOR O MENOR INTENSIDAD DEL IMPACTO DEPENDE DE TRES COSAS:


- DEL CARÁCTER DE LA ACCIÓN EN SÍ MISMA.
- DE LA FRAGILIDAD ECOLÓGICA QUE TENGA EL TERRITORIO DONDE SE VA A LLEVAR A CABO LA ACCIÓN.
- DE LA CALIDAD ECOLÓGICA QUE TENGA EL LUGAR DONDE SE DESARROLLA LA ACCIÓN.

RESUMIENDO, PODEMOS DECIR QUE CUANTO MÁS INTENSA SEA LA ACCIÓN, MÁS FRÁGIL EL TERRITORIO Y DE MAYOR CALIDAD, EL IMPACTO PRODUCIDO SERÁ MAYOR.

TOMADO DE ARAMBURU M.P. Y R. ESCRIBANO 1987. IMPACTOS ECOLÓGICOS EN: LA PRÁCTICA DE LAS ESTIMACIONES DE IMPACTOS AMBIENTALES. ESC. TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MONTES, MADRID, ESPAÑA.

Relación de actividades

REFINERIAS DE PETROLEO BRUTO A.

CENTRALES  TERMICAS B.  
NUCLEARES C.

INSTALACIONES PARA ALMACENAR O ELIMINAR RESIDUOS RADIOACTIVOS D.

PLANTAS SIDERURGICAS E.

INSTALACIONES DESTINADAS A LA EXTRACCION DE AMIANTO F.

INSTALACIONES QUIMICAS INTEGRADAS G.

CONSTRUCCION  AUTOPISTAS Y AUTOVIAS H.  
FERROCARRIL I.  
AEROPUERTOS J.

PUERTOS COMERCIALES K.

INSTALACIONES DE ELIMINACION DE RESIDUOS TOXICOS L.

PRESAS Y EMBALSES M.

REPOBLACIONES FORESTALES N.

MINERIA A CIELO ABIERTO O.

CUADRO 9. IDENTIFICACION DE LOS PROBLEMAS.TIPOLOGIA DE IMPACTOS

IMPACTOS	ACTIVIDADES															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
<b>Sobre la Flora:</b>																
Eliminación de la cubierta vegetal.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Reducción de la cubierta vegetal.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Cambios en la cubierta vegetal.															x	
Aumento del riesgo de incendios.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		xx	
Proliferación de especies exóticas o invasoras.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	xx	
Pérdida de especies naturales.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	xx	
Dificultad para la regeneración.								x							x	
Disminución de la estabilidad.															x	
Disminución de la producción.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Pérdida de la diversidad de especies.															x	
xIncremento del efecto de borde		x	x	x	x	x	x	x				x	x	x		
<b>Sobre los procesos Ecológicos:</b>																
Alteración de las cadenas alimentarias.		x													x	x
Alteración de los ciclos de reproducción.		x													x	
Alteración o ruptura de vías migratorias.									x		x					
Alteración en el comportamiento migratorio.									x		x					
Alteración o destrucción de pautas de comportamiento.															x	x
Perturbaciones (luces nocturnas, movimientos de vehículos,...)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x



EL ALCANCE DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL VARÍA SEGÚN - EL TAMAÑO DEL SITIO, COMPLEJIDAD DE LOS HABITATS, DIVERSIDAD Y RAREZA DE LA FLORA Y FAUNA, TIPO DE PROYECTO PROPUESTO, ALTERNATIVAS PRESENTADAS, MEDIDAS DE MITIGACIÓN DESCRITAS, EMPRESAS Y AGENCIAS INVOLUCRADAS, INTERESES PÚBLICOS Y OTRAS CONSIDERACIONES.

EL INVESTIGADOR O EQUIPO TÉCNICO NECESITA ESTABLECER LA PROFUNDIDAD DEL ESTUDIO, O EL NIVEL DE DETALLE APROPIADO AL ALCANCE DEL ESTUDIO.

LOS ESTUDIOS AMBIENTALES DEBEN COMBINAR LA INFORMACIÓN EXISTENTE Y TRABAJO DE CAMPO.

LA ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS DAN LA PAUTA DE LOS ASPECTOS QUE DEBEN CONSIDERARSE AL REALIZAR UNA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

DEBE TOMARSE EN CUENTA QUE (HOLLING 1978).

- A.- ES MÁS IMPORTANTE ENCONTRAR LAS CONEXIONES SIGNIFICATIVAS ENTRE LOS ELEMENTOS DE UN ECOSISTEMA, QUE CUANTIFICAR TODAS LAS INTEREACCIONES;
- B.- ES ESENCIAL CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES, AUNQUE SÓLO SEA CUALITATIVAMENTE;
- C.- LOS CAMBIOS EN UNA VARIABLE PUEDEN AFECTAR A OTRAS RELACIONES INDIRECTAMENTE;
- D.- LOS EVENTOS EN UN LUGAR PUEDEN REEMERGER COMO IMPACTOS EN SITIOS DISTANTES Y/O DESPUÉS DE ALGÚN TIEMPO;
- E.- NO SE PUEDEN PREDECIR IMPACTOS, AÚN SI SON INMINENTES Y DRÁSTICOS, SI SE MONITOREAN LAS VARIABLES EQUIVOCADAS;
- F.- NO TODOS LOS IMPACTOS SON INMEDIATOS Y GRADUALES SINO QUE PUEDEN APARECER ABRUPTAMENTE; Y
- G.- LA CONTINUIDAD DE LOS ECOSISTEMAS DEPENDE DE SU VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL, INCLUSO LA PROVOCADA POR DISTURBIOS POCO FRECUENTES DE GRAN MAGNITUD.

HOLLING, C.S. 1978. ADAPTATIVE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND MANAGEMENT. JOHN WILEY AND SONS. N. Y. 377. P.

## EVALUACION DE IMPACTOS SOBRE VEGETACION Y FAUNA. x

LA VEGETACIÓN Y LA FAUNA SON ELEMENTOS IMPORTANTES DEL AMBIENTE, Y PRESENTAN PROBLEMAS ESPECIALES EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL. LOS SERES VIVOS ESTÁN ADAPTADOS A SU MEDIO, ESTÁN ORGANIZADOS EN AGRU PACIONES NATURALES (COMUNIDADES) CON MUTUA DEPENDENCIA ENTRE SUS MIEMBROS, Y MUESTRAN VARIAS RESPUESTAS Y SENSIBILIDADES A LAS INFLUENCIAS EXTERNAS. LA MAYORÍA DE LOS ORGANISMOS SON NATIVOS DEL ÁREA EN LA QUE SE ENCUENTRAN, PERO ALGUNOS PUEDEN SER EXTRAÑOS Y TAL VEZ PROBLEMÁTICOS. LA RETENCIÓN O REMOCIÓN DE COMUNIDADES NATURALES Y SUBSTITUCIÓN CON FORMAS DOMÉSTRICAS TIENEN NUMEROSAS IMPLICACIONES QUE DEBEN SER CONSIDERADAS TANTO ECOLÓGICAMENTE COMO ECONÓMICAMENTE.

LA EVALUACIÓN DE LA PORCIÓN BIOLÓGICA DEL MEDIO AMBIENTE DEBE INCLUIR LO QUE ESTÁ PRESENTE, SU VALOR, Y SU RESPUESTA A LOS IMPACTOS. EXISTEN VARIOS MÉTODOS PARA DESCRIBIR LA COMUNIDAD NATURAL Y SUS COMPONENTES. LA EVALUACIÓN DEBE PROPORCIONAR UNA DESCRIPCIÓN DE LAS SINGULARIDADES DE LA COMUNIDAD, ESPECIES DOMINANTES, Y UNA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES RARAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN. MÁS ADELANTE, LA EVALUACIÓN DEBE CONSIDERAR LA VULNERABILIDAD Y EL RESULTADO DE LOS DIVERSOS IMPACTOS HUMANOS. FINALMENTE, LA EVALUACIÓN DEBE PREDECIR EL POTENCIAL DE RECUPERACIÓN DE LA COMUNIDAD NATURAL, AFECTADA POR EL DISTURBIO.

### LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

LOS IMPACTOS AMBIENTALES VARÍAN EN INTENSIDAD, DURACIÓN, SI SON DIRECTOS O INDIRECTOS, DEPENDIENDO TANTO DE LA NATURALEZA DE LA ACCIÓN COMO DE LA COMUNIDAD BIÓTICA. CADA AMBIENTE TIENE SU PRO-

x TOMADO DE: RAN, J.G. AND D.C. WOOTEN, 1980. ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS HANDBOOK, MC. GRAW-HILL BOOK CO, PP 7-1 A 7-58



PIO POTENCIAL DE RECUPERACIÓN, UN TIEMPO DADO Y EL GRADO DEPENDIENDO DE LA LOCALIZACIÓN, ORGANISMO Y EL TIPO Y GRADO DEL IMPACTO.

LA COMPLEJIDAD Y VARIABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS Y SUS CAPACIDADES DE RECUPERACIÓN HACEN IMPOSIBLE LA PREDICCIÓN CUANTITATIVA. SIN EMBARGO, LA REPETICIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y LAS EXPERIENCIAS OBTENIDAS HACEN QUE LAS PREDICCIONES SEAN CADA VEZ MÁS CONFIABLES.

LOS PROYECTOS Y ACTIVIDADES COMUNMENTE PRODUCEN CONSECUENCIAS BIOLÓGICAS DE DOS TIPOS: DIRECTAS O INDIRECTAS, Y DE DURACIÓN VARIABLE, A CORTO O LARGO PLAZOS.

IMPACTOS DIRECTOS. - SON AQUELLOS QUE DESTRUYEN, DESPLAZAN O DE ALGUNA MANERA AFECTAN ADVERSAMENTE PLANTAS Y ANIMALES; EJEM: - EXPLOTACIÓN MADERERA, CACERÍA, DESMONTE, NIVELACIONES.

IMPACTOS INDIRECTOS: SON AQUELLOS QUE DESTRUYEN O ALTERAN HABITATS, ECOSISTEMAS Y OTROS FACTORES FÍSICOS O BIOLÓGICOS DE LOS QUE DEPENDE UNA ESPECIE, EJEM: PASTOREO, QUE ALTERA EL DRENAJE, - ELIMINA ÁREAS DE ANIDACIÓN O REPOSO, ROMPE CADENAS ALIMENTICIAS - POR EL USO DE BIOCIDAS, INTRODUCCIÓN DE ESPECIES, INTERFIRIENDO CON EL MOVIMIENTO DE ANIMALES, ETC.

IMPACTOS A CORTO PLAZO: EN LA NATURALEZA SE RELACIONAN CON LOS CAMBIOS INMEDIATOS Y DIRECTOS QUE OCURREN AL INICIO DE UN PROYECTO O ACCIÓN, PERO TERMINA O ES CORREGIDO POCO DESPUÉS DE LA TERMINACIÓN DE LA ACCIÓN.

IMPACTOS A LARGO PLAZO: RESULTAN UN CAMBIO MAYOR Y DIRECTO DEL AMBIENTE O A PERTURBACIONES CRÓNICAS RESULTADO DE LA FASE OPERATIVA DEL PROYECTO.

## CONCEPTOS:

MEDIO AMBIENTE: ES LA SUMA DE TODOS LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS ORGANISMOS, LOS ABIÓTICOS Y LOS BIÓTICOS, QUE INTERACTÚAN.

- 1.- AMBIENTE FÍSICO,- SUELO, TOPOGRAFÍA, GEOLOGÍA, CLIMA, VEGETACIÓN, FAUNA SILVESTRE, ÁREAS NATURALES, INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS PÚBLICOS, NIVELES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, NIVELES DE RUIDO, NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA.
- 2.- AMBIENTE SOCIAL: FACILIDADES Y SERVICIOS EN LA COMUNIDAD, EMPLEO, CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICAS DE LA COMUNIDAD.
- 3.- AMBIENTE ESTÉTICO,- ESCENARIOS, PAISAJE NATURAL, SITIOS DE INTERÉS HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO O ARQUITECTÓNICO.
- 4.- AMBIENTE ECONÓMICO: EMPLEO, INGRESO, VALOR DEL SUELO.

IMPACTO AMBIENTAL: ES CUALQUIER ALTERACIÓN A LAS CONDICIONES AMBIENTALES O CREACIÓN DE NUEVAS CONDICIONES AMBIENTALES, ADVERSAS O BENÉFICAS, CAUSADAS O INDUCIDAS POR LA ACCIÓN O CONJUNTO DE ACCIONES CONSIDERADAS.

LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECC. AL AMB. DEFINE:

AMBIENTE: EL CONJUNTO DE ELEMENTOS NATURALES O INDUCIDOS POR EL HOMBRE QUE INTERACTÚAN EN UN ESPACIO Y TIEMPO DETERMINADOS.

E

IMPACTO AMBIENTAL: ES LA MODIFICACIÓN DEL AMBIENTE OCASIONADA POR LA ACCIÓN DEL HOMBRE O DE LA NATURALEZA.

## CONTAMINANTE:

TODA MATERIA O ENERGÍA EN CUALESQUIERA DE SUS ESTADOS FÍSICOS - Y FORMAS, QUE EL INCORPORARSE O ACTUAR EN LA ATMÓSFERA, AGUA, SUELO, FLORA, FAUNA, O CUALQUIER ELEMENTO NATURAL, ALTERE O MODIFIQUE SU COMPOSICIÓN Y CONDICIÓN NATURAL.

## ASPECTOS SOCIOECONOMICOS:

INFORMACION REFERENTE A LAS CARACTERISTICAS SOCIALES Y ECONOMICAS DEL AREA EN QUE SE DESARROLLARA LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA Y DE SU AREA DE INFLUENCIA.

DELIMITAR EL AREA EN QUE INCIDIRA EL PROYECTO

RASGOS SOCIALES = POBLACION, EMPLEO, SERVICIOS.

RASGOS ECONOMICOS = AUTOCONSUMO, MERCADO, TENENCIA DE LA TIERRA, ACTIVIDADES PRODUCTIVAS: AGROPECUARIO, FORESTAL, PESCA, INDUSTRIAL, COMERCIAL, DE SERVICIOS.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**CURSOS ABIERTOS**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**ANALISIS DEL MEDIO AMBIENTE ( ENTORNO AMBIENTAL )**

**M. en C. JAIME SAAVEDRA SOLA**

**AGOSTO 1991.**

ACCIONES PRODUCTIVAS DE EFECTOS O ALTERNACIONES	FASE PRINCIPAL	OPERACIONES O ELEMENTOS IMPACTANTES	ATMOSFERA		AGUA				SUELO	VEGETACION	FAUNA			PROCESOS						PASAJE		VALORES SOCIALES	USOS DEL SUELO																
			CONTAMINACION	NIVEL DE RUIDO	CONTAMINACION	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS			AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES			AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS													
			CONTAMINACION	NIVEL DE RUIDO	CONTAMINACION	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS							
																																	CONTAMINACION	NIVEL DE RUIDO	CONTAMINACION	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	AGUAS SUPERFICIALES
LIMPieza DE CAUCES	FASE DE EJECUCION	OPERACIONES COMPLEMENTARIAS (antes del inicio)	X	X	O	O	O	O			X	X	X	O	O	O																					X	O	
		OPERACIONES EN EL CAUCE	X	X	O	X	O	O	O			X	X	X	O	O	O																						
CANALIZACIONES	FASE DE EJECUCION	OPERACIONES COMPLEMENTARIAS (antes del inicio)	X	X	O	O	O	O			X	X	X	O	O	O																					X	O	
		OPERACIONES EN EL CAUCE	X	X	O	X	O	O	O			X	X	X	O	O	O																						
CORTAS	FASE DE EJECUCION	OPERACIONES COMPLEMENTARIAS (antes del inicio)	X	X	O	O	O	O			X	X	X	O	O	O																					X	O	
		CONSTRUCCION DEL NUEVO CAUCE	X	X	O	O	O	O			O	X	X	O	O	O																							
	FASE DE FUNCIONAMIENTO	PUESTA EN SERVICIO DEL NUEVO CAUCE	O	O	O	O	O	O	X	X	O	O	O	O	O	O																						O	
		ABANDONO DEL ANTIGUO CAUCE	O	O	O	O	O	O	O			O	O	O	O	O																						O	
GRAVERAS	FASE PREPARATORIA (antes del inicio)	PREPARACION DEL TERRENO Y CONSTRUCCION DE ACCESOS	X	X	O	O	O	O			X	X	X	O	O	O																				X	O		
		CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES	X	X	O	O	O	O	O			X	X	X	O	O	O																				X	O	
	FASE DE EXPLOTACION	EXCAVACION	X	X	O	X	O	O	O			X	O	X	O	O	O																					X	O
		TRANSPORTE DE MATERIALES	X	X	O	O	O	O	O			X	O	O	O	O	O																					O	
		ACOPPIO DE MATERIALES	X	O	O	O	O	O	O			X	O	O	O	O	O																					O	
		MODIFICACIONES MORFOLÓGICAS EN EL CAUCE				O	O	O	O	X				O	O	O	O	O																				O	
FASE DE ABANDONO	Verden según los casos (tipo de material, etc.)																																						

FIGURA 10

Identificación de los principales efectos directos(x) e indirectos(o)

ACCIONES PRODUCTORAS DE IMPACTOS	FASES PRINCIPALES	ELEMENTOS IMPACTANTES	ALTERACIONES SOBRE EL AGUA				ALTERACIONES SOBRE LA TIERRA				ALTERACIONES SOBRE LA VEGETACIÓN				ALTERACIONES SOBRE LA FAUNA				ALTERACIONES SOBRE LA ATMÓSFERA		ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS								
			Propiedades químicas	Salidas en suspensión	Disponibilidad	Temperatura	Evaporación	Inestabilidad	Erosión	Sedimentación	Desdoblamiento	Cambio de uso	Salinidad	Nivel freático	Alteración de la vegetación rigurosa	Alteración de otros biomateriales	Aparición de nuevas biomateriales	Alteración de las poblaciones terrestres	Alteración de las poblaciones acuáticas	Aparición de nuevas especies	Alteración de la morfología y paisaje	Alteraciones	Perifoneas	Nivel de ruidos	Seguridad	Empleó	Incidencia de terremotos	Agresión territorial	
EMBALSE	CONSTRUCCIÓN	TRANSPORTE DE MATERIALES Y OPERACIONES RELACIONADAS CON LA CONSTRUCCIÓN	○				○	○					○	○		○				○		○	○	○					
	FUNCIONAMIENTO	PRESA Y EMBALSAMIENTO DE AGUA	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○			
		INFRAESTRUCTURA									○													○	○	○			○
		OSCILACIONES DE NIVEL	○		○	○	○	○	○						○		○				○								
CAMERAS	OPERACIONES CON MAQUINARIA		○				○	○			○	○	○	○		○				○		○	○	○	○			○	
	MODIFICACION FISIOGRAFICA							○	○		○	○	○	○		○				○									
RECONSTRUCCIÓN DE TRAFICOS			○				○	○			○			○		○				○								○	
POSIBLES ACTIVIDADES DESARROLLADAS	RIEGO		○	○	○		○	○			○			○		○			○						○	○			
	RECREO		○								○			○		○				○			○			○		○	
	NUEVAS URBANIZACIONES		○	○	○				○		○			○		○				○			○	○	○	○		○	

Ejemplo de matriz sencilla elaborada para un caso particular.

//

## MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL.

La elaboración de matrices de impacto ambiental es una técnica desarrollada por Leopold y cuya función es identificar los impactos que podría ocasionar la implementación de una obra o actividad.

Las técnicas de análisis son varios y esta se presenta como ejemplo a ser utilizado por el proponente: su ejecución no es obligatoria que, como se ha mencionado en el punto respectivo para la identificación de impactos en la cual se deja abierta la posibilidad de utilizar la metodología que más se apege a las características del proyecto.

El primer paso para la elaboración de la matriz consiste en identificar las interacciones existentes, para lo cual se deberán tomar en cuenta todas las acciones necesarias para el desarrollo del proyecto, así como los factores ambientales que puedan resultar afectados para cada una de las acciones previstas.

Su formulación se lleva a cabo colocando en columnas ( forma vertical ) las actividades previstas en las diferentes etapas del proyecto y en los renglones ( forma horizontal ) las áreas que pueden sufrir efectos ambientales. Esto puede hacerse sobre un papel cuadrulado de manera que se facilite la intersección de las actividades con las áreas, e identificar en el cuadro respectivo el posible impacto ambiental.

Las alteraciones sobre el medio natural pueden ser positiva o negativas y varían en cuanto a la magnitud del mismo. Por lo tanto, en la elaboración de la matriz es importante evaluar qué impacto es más importante que otro: la evaluación de este tipo se lleva a cabo usando: técnicas numéricas en donde se aplica una escala del 1 al 10 , representando este último la magnitud mayor y el 1 la menor; así como criterios ponderativos en donde se asignan categorías como : significativo, poco significativo, considerable, etc., e incluso el desconocimiento del efecto.

Con el fin de que el proponente elabore la matriz de impacto ambiental a continuación se enlistan una serie de acciones y áreas que podrían verse afectadas, sin que ello implique que se deberán aplicar a todas las acciones mencionadas. Es importante que se elabore la misma considerando las características propias de cada proyecto, ya que incluso puede darse el caso que el presente listado no incluya efectos peculiares inherentes al proyecto en cuestión.

ETAPA DE SELECCION DEL SITIO

- Prueba de suelo
- Pruebas geológicas
- Pruebas geofísicas
- Pruebas topográficas

ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO

- Deslindes
- Desmontes
- Limpieza
- Quema
- Excavaciones/dragado
- Nivelaciones/o relleno
- Demolición
- Desección
- Despiedre
- Uso de explosivos
- Colocación de escolleras y diques
- Obras sobre corrientes
- Campamentos provisionales
- Caminos de acceso
- Maquinaria y equipo
- Servicios
- Almacenamiento
- Fuentes provisionales
- Emisiones de humos y polvo
- Residuos sólidos
- Residuos líquidos
- Ruidos
- Recursos humanos
- Otros

ETAPA DE CONSTRUCCION

- Infraestructura
- Servicios
- Bancos de material
- Emplazamientos industriales y de edificios
- Líneas de transmisión
- Barreras incluyendo vallados
- Canales, revestimientos de piletas y estanques
- Modificaciones al drenaje
- Cruce de corrientes
- Escolleras y diques
- Estructuras en altamar
- Túneles y estructuras subterráneas
- Estructuras industriales
- Bodega de almacenamiento
- Recursos humanos



- 13
- Operación de maquinaria y equipo
  - Requerimiento de energía
  - Requerimiento de agua
  - Residuos sólidos
  - Residuos líquidos
  - Ruidos
  - Emisiones de humos y polvos
  - Destino final de infraestructura de apoyo
  - Rehabilitación

#### ETAPA DE OPERACION

- Dragado de mantenimiento
- Mantenimiento de estructura y equipo
- Requerimiento de energía
- Requerimiento de agua
- Utilización de recursos naturales del área
- Operación de maquinaria y equipo
- Equipo de transportación
- Recursos humanos
- Desplazamientos del personal
- Infraestructura
- Servicios
- Almacenamiento
- Manejo y disposición final de residuos líquidos
- Manejo y disposición final de residuos sólidos
- Emisiones a la atmósfera
- Fallas de operación
- Fugas y derrames
- Explosiones accidentales
- Creación de zonas verdes

#### ACTIVIDADES CONSEQUENTES AL PROYECTO

- Comunicaciones y transportes
- Infraestructura
- Urbanización
- Desarrollo industrial
- Desarrollo tecnológico
- Empleo y recursos humanos
- Reforestación

## COLUMNA HORIZONTAL <sup>L4</sup>

### MEDIO NATURAL

#### AGUA

##### SUPERFICIAL

- Alteración del lecho
- Características gravimétricas
- Flujo
- Calidad del agua

##### SUBTERRANEA

- Flujo
- Interacción con la superficie
- Calidad del agua

##### MARINAS

- Variaciones superficiales
- Variaciones en la batimetría
- Calidad del agua

#### SUELO

- Características geológicas
- Características geomorfológicas
- Características topográficas
- Asentamiento y compactación
- Calidad del suelo
- Fertilidad del suelo
- Uso actual
- Uso potencial
- Área inundable

#### ATMOSFERA

- Microclima
- Calidad del aire

#### PAISAJE

- Cualidades estéticas
- Atractivo turístico
- Valor ecológico
- Valor histórico
- Valor cultural

15  
FLORA TERRESTRE

- Estrato herbáceo
- Estrato arbustivo
- Estrato arbóreo
- Asociaciones vegetales
- Especies de interés ecológico
- Especies de interés comercial

FLORA ACUÁTICA

- Plantónica
- Bentónica
- Ribereña
- Especies de interés ecológico
- Especies de interés comercial

FAUNA TERRESTRE

- Invertebrados
- Reptiles
- Aves ✓
- Mamíferos
- Especies de interés ecológico
- Especies de interés comercial

FAUNA ACUÁTICA

- Zooplancton ✓
- Invertebrados ✓
- Peces ✓
- Anfibios ✓
- Reptiles
- Aves
- Mamíferos
- Especies de interés ecológico
- Especies de interés comercial

FACTORES SOCIOECONÓMICOS

- Tenencia de la tierra
- Economía regional
- Empleo y recursos humanos
- Infraestructura y servicios públicos
- Salud pública
- Educación
- Costumbres y calidad de vida

- Centros recreativos 16

- Areas de interes científico, cultural o patrimonial
- Migración poblacional
- Reubicación poblacional
- Pérdida de valores culturales

I EXISTING CHARACTERISTICS AND CONDITIONS OF THE ENVIRONMENT

INSTRUCTIONS		A. MODIFICATION OF REGIME		B. LAND TRANSFORMATION AND CONSTRUCTION		C. RESOURCE EXTRACTION	
		1	2	1	2	1	2
<p>1- Identify all actions (passed across the top of the matrix) that are part of the proposed project.</p> <p>2- Under each of the proposed actions, place a slash at the intersection with each Row on the side of the matrix if an impact is possible.</p> <p>3- Having completed the matrix, in the lower left-hand corner of each box with a slash, place a number from 1 to 10 which indicates the SIGNIFICANCE of the possible impact. 10 represents the greatest magnitude of impact and 1, the least (no effect). Before each number place a if the impact would be beneficial. In the lower right-hand corner of the box place a number from 1 to 10 which indicates the IMPORTANCE of the possible impact to a segment of land. 10 represents the greatest importance and 1, the least (no effect).</p> <p>4- The text which accompanies the matrix should be a discussion of the significant impacts, those columns and rows with large numbers of boxes marked and individual boxes with the larger numbers.</p>		<p>1- Channelization of streams</p> <p>2- Dredging</p> <p>3- Construction of levees</p> <p>4- Alteration of stream banks</p> <p>5- Alteration of stream bed</p> <p>6- Construction of bridges</p> <p>7- Construction of culverts</p> <p>8- Construction of dikes</p> <p>9- Construction of dykes</p> <p>10- Construction of dams</p> <p>11- Construction of locks</p> <p>12- Construction of locks and dams</p> <p>13- Construction of locks and dams with bypasses</p> <p>14- Construction of locks and dams with locks</p> <p>15- Construction of locks and dams with locks and bypasses</p> <p>16- Construction of locks and dams with locks and bypasses and locks</p> <p>17- Construction of locks and dams with locks and bypasses and locks and bypasses</p> <p>18- Construction of locks and dams with locks and bypasses and locks and bypasses and locks</p> <p>19- Construction of locks and dams with locks and bypasses and locks and bypasses and locks and bypasses</p> <p>20- Construction of locks and dams with locks and bypasses and locks and bypasses and locks and bypasses and locks and bypasses</p>		<p>1- Urbanization</p> <p>2- Suburbanization</p> <p>3- Ruralization</p> <p>4- Conversion of rural to urban</p> <p>5- Conversion of rural to sub-urban</p> <p>6- Conversion of rural to rural</p> <p>7- Conversion of rural to rural</p> <p>8- Conversion of rural to rural</p> <p>9- Conversion of rural to rural</p> <p>10- Conversion of rural to rural</p> <p>11- Conversion of rural to rural</p> <p>12- Conversion of rural to rural</p> <p>13- Conversion of rural to rural</p> <p>14- Conversion of rural to rural</p> <p>15- Conversion of rural to rural</p> <p>16- Conversion of rural to rural</p> <p>17- Conversion of rural to rural</p> <p>18- Conversion of rural to rural</p> <p>19- Conversion of rural to rural</p> <p>20- Conversion of rural to rural</p>		<p>1- Mining</p> <p>2- Logging</p> <p>3- Lumbering</p> <p>4- Quarrying</p> <p>5- Sand and gravel extraction</p> <p>6- Oil and gas extraction</p> <p>7- Coal extraction</p> <p>8- Uranium extraction</p> <p>9- Other mineral extraction</p> <p>10- Other mineral extraction</p> <p>11- Other mineral extraction</p> <p>12- Other mineral extraction</p> <p>13- Other mineral extraction</p> <p>14- Other mineral extraction</p> <p>15- Other mineral extraction</p> <p>16- Other mineral extraction</p> <p>17- Other mineral extraction</p> <p>18- Other mineral extraction</p> <p>19- Other mineral extraction</p> <p>20- Other mineral extraction</p>	
PROPOSED ACTIONS		A. PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS		B. BIOLOGICAL CONDITIONS		C. CULTURAL FACTORS	
		<p>1. EARTH</p> <p>a. Mineral resources</p> <p>b. Construction material</p> <p>c. Soils</p> <p>d. Land form</p> <p>e. Force fields and background radiation</p> <p>f. Unique physical features</p>		<p>1. FLORA</p> <p>a. Trees</p> <p>b. Shrubs</p> <p>c. Grass</p> <p>d. Crops</p> <p>e. Microflora</p> <p>f. Aquatic plants</p> <p>2. Endangered species</p> <p>a. Birds</p> <p>b. Land animals including reptiles</p> <p>c. Fish and shellfish</p> <p>d. Benthic organisms</p> <p>e. Insects</p> <p>f. Microflora</p> <p>3. Endangered species</p> <p>a. Birds</p> <p>b. Land animals including reptiles</p> <p>c. Fish and shellfish</p> <p>d. Benthic organisms</p> <p>e. Insects</p> <p>f. Microflora</p>		<p>1. LAND USE</p> <p>a. Wetlands</p> <p>b. Forest</p> <p>c. Grass</p> <p>d. Agriculture</p> <p>e. Residential</p> <p>f. Commercial</p> <p>g. Industrial</p> <p>h. Mining and quarrying</p>	
		<p>2. WATER</p> <p>a. Surface</p> <p>b. Ocean</p> <p>c. Underground</p> <p>d. Quality</p> <p>e. Temperature</p> <p>f. Recharge</p> <p>g. Snow, ice and permafrost</p>		<p>2. FAUNA</p> <p>a. Birds</p> <p>b. Land animals including reptiles</p> <p>c. Fish and shellfish</p> <p>d. Benthic organisms</p> <p>e. Insects</p> <p>f. Microflora</p> <p>3. Endangered species</p> <p>a. Birds</p> <p>b. Land animals including reptiles</p> <p>c. Fish and shellfish</p> <p>d. Benthic organisms</p> <p>e. Insects</p> <p>f. Microflora</p>		<p>2. RECREATION</p> <p>a. Hunting</p> <p>b. Fishing</p> <p>c. Boating</p> <p>d. Swimming</p> <p>e. Camping and hiking</p> <p>f. Picnicking</p> <p>g. Resorts</p>	
		<p>3. ATMOSPHERE</p> <p>a. Quality (gases, particulates)</p> <p>b. Climate (moisture, metals)</p> <p>c. Temperature</p>		<p>3. AESTHETICS AND SCIENTIFIC INTEREST</p> <p>a. Scenic views and vistas</p> <p>b. Wilderness qualities</p> <p>c. Open space qualities</p> <p>d. Landscapes design</p> <p>e. Unique physical features</p> <p>f. Parks and reserves</p> <p>g. Monuments</p> <p>h. Rare and unique plants or animals</p> <p>i. Historical or archeological sites and objects</p> <p>j. Presence of fossils</p>		<p>3. CULTURAL VALUES AND ACTIVITIES</p> <p>a. Cultural values and activities</p> <p>b. Cultural values and activities</p> <p>c. Cultural values and activities</p> <p>d. Cultural values and activities</p> <p>e. Cultural values and activities</p> <p>f. Cultural values and activities</p> <p>g. Cultural values and activities</p> <p>h. Cultural values and activities</p> <p>i. Cultural values and activities</p> <p>j. Cultural values and activities</p>	
		<p>4. PROCESSES</p> <p>a. Erosion</p> <p>b. Deposition (sedimentation, precipitation)</p> <p>c. Solution</p> <p>d. Sorption ion exchange, complexing</p> <p>e. Compaction and swelling</p> <p>f. Stability (slides, slumps)</p> <p>g. Stress strain (earthquakes)</p> <p>h. Movements</p>		<p>4. LAND USE</p> <p>a. Wetlands</p> <p>b. Forest</p> <p>c. Grass</p> <p>d. Agriculture</p> <p>e. Residential</p> <p>f. Commercial</p> <p>g. Industrial</p> <p>h. Mining and quarrying</p>		<p>4. POPULATION DENSITY</p> <p>a. Structures</p> <p>b. Transportation network (movement, access)</p> <p>c. Utility networks</p> <p>d. Waste disposal</p> <p>e. Barriers</p> <p>f. Corridors</p>	
		<p>5. ECOLOGICAL RELATIONSHIPS SUCH AS:</p> <p>a. Substitution of water resources</p> <p>b. Eutrophication</p> <p>c. Disease insect vectors</p> <p>d. Food chains</p> <p>e. Substitution of natural materials</p> <p>f. Soil enrichment</p> <p>g. Other</p>		<p>5. ECOLOGICAL RELATIONSHIPS SUCH AS:</p> <p>a. Substitution of water resources</p> <p>b. Eutrophication</p> <p>c. Disease insect vectors</p> <p>d. Food chains</p> <p>e. Substitution of natural materials</p> <p>f. Soil enrichment</p> <p>g. Other</p>		<p>5. ECOLOGICAL RELATIONSHIPS SUCH AS:</p> <p>a. Substitution of water resources</p> <p>b. Eutrophication</p> <p>c. Disease insect vectors</p> <p>d. Food chains</p> <p>e. Substitution of natural materials</p> <p>f. Soil enrichment</p> <p>g. Other</p>	
		<p>6. OTHER FACTORS</p> <p>a. Other</p> <p>b. Other</p>		<p>6. OTHER FACTORS</p> <p>a. Other</p> <p>b. Other</p>		<p>6. OTHER FACTORS</p> <p>a. Other</p> <p>b. Other</p>	
COMPUTATIONS							



04/09/90

CLAVE => PSIA-T01/88

NOMBRE => TECNOLOGIA DEL MEDIO AMBIENTE (TECMA), S.A. DE C.V.

DOMICILIO => SAN FRANCISCO NO. 25, PISO 2 DESPACHO 201, COL. DEL VALLE, C.P. 03100, MEXICO, D.F.

FECHA REG. => 13/04/88

VALIDEZ =>

TELEFOND(S) => 536-44-78; 536-94-28

-----  
CLAVE => PSIA-T02/88

NOMBRE => CORPORACION INTERNACIONAL TECNOCONSULT, S.A. DE C.V.

DOMICILIO => AV. DE LAS PALMAS No. 745 PISO 10, COL. CHAPULTEPEC, MEXICO D.F., C.P. 11010

FECHA REG. => 20/06/88

VALIDEZ =>

TELEFOND(S) => 540-38-75, 540-07-63, 540-02-76

-----  
CLAVE => PSIA-V01/88

NOMBRE => ING. HUBERTO VIDALES ALBARRAN

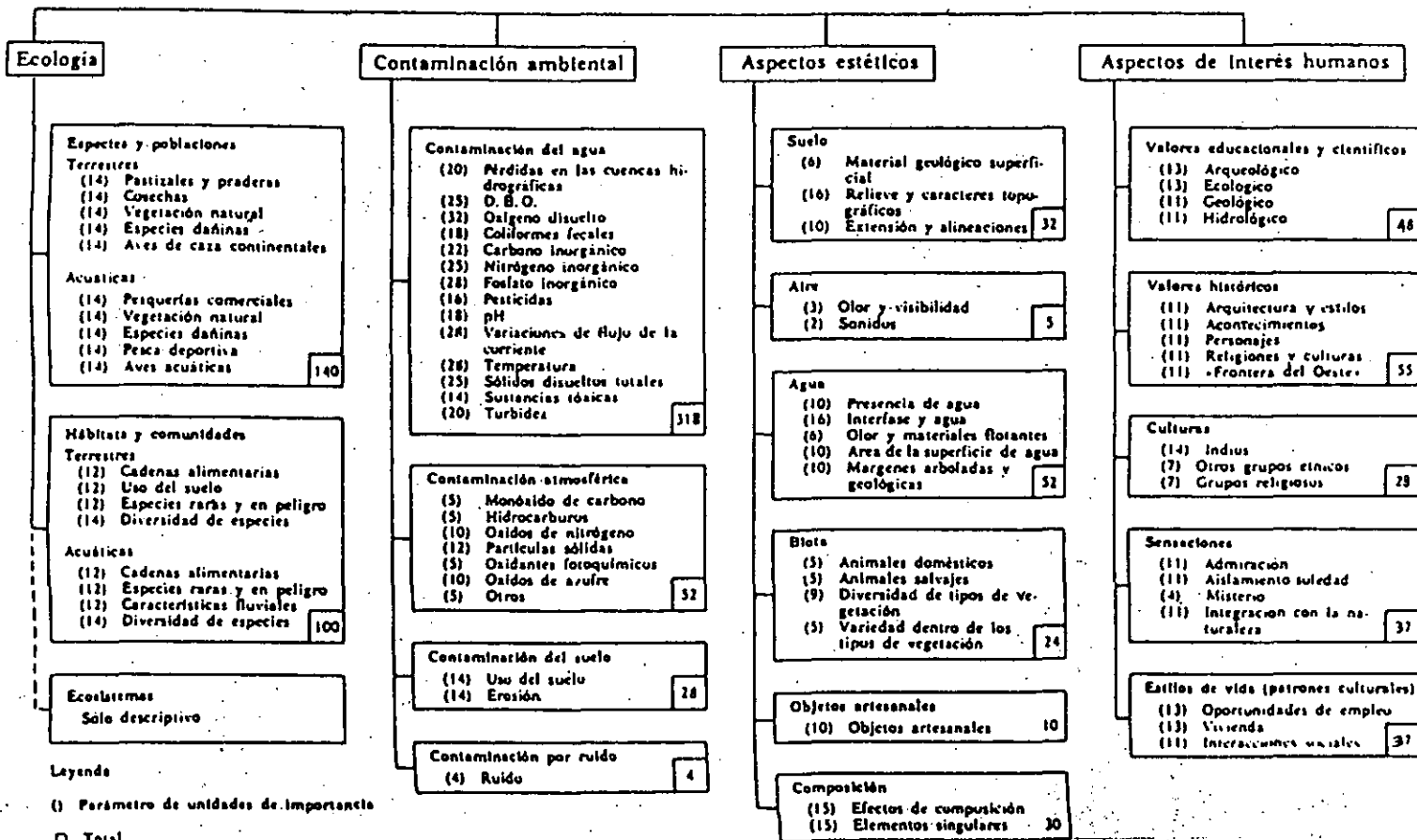
DOMICILIO => ISABEL LA CATOLICA NO. 824, COL. ALAMOS, C.P. 03400, MEXICO, D.F.

FECHA REG. => 05/04/88

VALIDEZ =>

TELEFOND(S) => 590-54-92  
-----

# IMPACTOS AMBIENTALES



Parámetros ambientales usados en el método Battelle y sus unidades de importancia.

( Extraído de Curso sobre Evaluaciones de Impacto Ambiental, MOPU 1985)



## ANALISIS DEL MEDIO AMBIENTE (ENTORNO AMBIENTAL)

JAIME JOSE SAAVEDRA SOLA.

### MEDIO BIOTICO

COMO UNA DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES EN EL PROCESO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (E.I.A.), ESTA EL ESTUDIO DE BASE ESTADIO "0" DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE, EN DONDE SE PRETENDA LLEVAR A CABO EL PROYECTO O ACTIVIDAD EN CUESTION.

PARA LOGRAR ESTO, ES NECESARIO RECOPIRAR Y/O GENERAR INFORMACION QUE RESPONDA A UNA SERIE DE NECESIDADES DETECTADAS CON BASE EN EL CONOCIMIENTO DETALLADO DEL PROYECTO (PROYECTO CARRETERO , PROYECTO INDUSTRIAL, PROYECTO TURISTICO, ETC.), EL TIPO Y COMPLEJIDAD DEL AMBIENTE Y LAS POSIBLES REPERCUSIONES ENTRE ELLOS.

LA INFORMACION PARA EL ANALISIS DEL ENTORNO AMBIENTAL EN SUS ASPECTOS BIOTICOS Y ECOSISTEMICOS REQUIEREN POR LO GENERAL DE TRABAJO DE CAMPO Y GABINETE-LABORATORIO, LO CUAL TIENE TODA UNA IMPLICACION DE COSTOS, TIEMPOS Y REQUERIMIENTOS DE PERSONAL CALIFICADO, LA INFORMACION A UTILIZAR PUEDE SER DE DIFERENTES TIPOS Y NIVELES, QUE VAN DESDE MAPAS E IMAGENES DE SATELITE HASTA PUBLICACIONES ESPECIALIZADAS. ENTRE LAS PRINCIPALES PROBLEMATICAS CON EL MANEJO DE LA INFORMACION , DESTACAN LA FALTA DE ACTUALIDAD DE LOS MISMOS Y EL HECHO DE QUE EN ALGUNOS CASOS NO CONCUERDAN LAS DIFERENTES FUENTES REVISADAS.

ENTRE LAS VARIABLES DEL MEDIO BIOTICO QUE DEBEN DE TOMARSE EN CUENTA PARA EL ESTUDIO Y ANALISIS DEL ECOSISTEMA QUE DE LUGAR A LA IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS POSIBLES IMPACTOS QUE PODRIAN GENERARSE EN EL MEDIO, DESTACAN LAS SIGUIENTES :

-FLORA

.COMPOSICION FLORISTICA

.FISONOMIA

.ABUNDANCIA

.DIVERSIDAD DE ESPECIES

.ESPECIES ENDEMICAS

.ESPECIES RARAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCION

.ESPECIES DOMINANTES

.PRODUCTIVIDAD

.ESTADIO DE DESARROLLO

.GRADO DE PERTURBACION

-FAUNA

.COMPOSICION FAUNISTICA

.ESPECIES DOMINANTES

.ABUNDANCIA

.DIVERSIDAD

.ESPECIES MIGRATORIAS

.ESPECIES RARAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCION

-ZONAS DE REPRODUCCION

-FLORA Y FAUNA DE INTERES ECONOMICO Y/O CULTURAL

-MANEJO DE ESPECIES EXOTICAS

-AREAS PROTEGIDAS

EL ANALISIS DEL AMBIENTE PREVIO AL DESARROLLO DEL PROYECTOS SE FACILITA, CUANDO LAS DIVERSAS VARIABLES SE SISTEMATIZAN CARTOGRAFICAMENTE (BASICAMENTE LOS ASPECTOS DE LA FLORA).

UN PROBLEMA MUY FRECUENTE QUE SE PRESENTA AL RESPECTO DEL ENTORNO AMBIENTAL, ES LA DENOMINADA AREA DE INFLUENCIA LA CUAL EL EQUIPO DE TRABAJO MULTIDISCIPLINARIO TENDRA QUE DEFINIR, TOMANDO EN CUENTA

ELEMENTOS DE DISTURBIO FISICO DIRECTO, MANEJO DE MATERIA Y ENERGIA NORMAL Y EXTRAORDINARIA, TEMPORALIDAD Y CARACTERISTICAS DE LA DISTRIBUCION ESPACIAL DE LAS POBLACIONES; EN DIVERSOS ESTUDIOS ESTE ESPACIO SE HA LIMITADO A NIVEL DE CUENCA O SUBCUENCA.

UN ELEMENTO BASICO DE ANALISIS QUE RESULTA DEL TIPO DE VEGETACION QUE SE ENCUENTRA EN UN CIERTO MEDIO FISICO O BIOTOPO, ES EL USO DEL SUELO, QUE EN ESTE NIVEL DE RECOPIACION Y MANEJO DE INFORMACION DEL ESTADIO CERO, DEBE DE CONTEMPLAR : PORCENTAJES, DISTRIBUCION Y SITUACION ACTUAL DE LOS MISMOS (AGROPECUARIO, FORESTAL, URBANO, INDUSTRIAL, ETC.).

LAS VARIABLES SOCIOECONOMICAS DENTRO DE EL ESTADIO BASAL DEL MEDIO NO DEBEN SER OLVIDADAS, ENTRE ELLAS DESTACAN LAS SIGUIENTES:

- .TENENCIA DE LA TIERRA
- .DISTRIBUCION Y DENSIDAD DE LOS NUCLEOS POBLACIONALES
- .INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS
- .ANALISIS DEMOGRAFICO
- .NIVEL DE INSTRUCCION
- .POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA
- .INGRESOS
- .ELEMENTOS SOCIOCULTURALES.

ADIA 17  
LISTA DE POSIBLES FUENTES DE DATOS

TIPO DE DATOS	POSIBLES FUENTES
1. Población	Anuarios estadísticos. Reportes de censos Estudio de plan maestro Agencias Nacionales de Planeación o Desarrollo Económico.
2. Salud, Mortalidad y Morbilidad	Ministerio de Salud Pública Servicios de Salud locales.
3. Climatológicos	Servicios meteorológicos Autoridades en aeropuertos Universidades.
4. Datos Hidrológicos	Servicios hidrológicos Autoridades portuarias Municipios Compañía de agua
5. Actividad Agrícola	Ministerio de Agricultura Agencias Nacionales de Planeación o Desarrollo Económico
6. Actividad Minera	Ministerio de Minas y Energía Agencias Nacionales de Planeación o Desarrollo Económico Gobiernos locales Agencias de recaudación de impuestos.
7. Actividad Industrial	Ministerio de Industria y Comercio Agencias de Planeación Nacional o Desarrollo Económico Gobiernos locales Agencias de Recaudación de impuestos Asociaciones de industriales Autoridades de control de contaminación de aire y agua.
8. Procesos Industriales	Asociaciones de industriales Autoridades de control de contaminación de agua y aire Ministerio de Industria.
9. Datos de Tráfico en Caminos	Ministerio del Transporte

Tabla 17 (Cont.)

10. Longitud de las calles, caminos y autopistas (pavimentadas y no pavimentadas).	Ministerio de Obras Públicas Ministerio de Transporte Municipios
11. Datos de actividades en Aeropuertos	Autoridades del aeropuerto Ministerio de transporte
12. Datos de actividades portuarias	Autoridades portuarias.
13. Datos de consumo de combustibles.	Ministerio de energía Ministerio de Industria Agencias de recaudación de impuestos Compañías de distribución de combustibles y refinerías.
14. Calidad de combustibles	Compañías distribuidoras de combustibles y refinerías.
15. Suministro de agua	Ministerio de Obras Públicas Ministerio de Salud Compañía de agua Municipios
16. Recolección y disposición de desperdicios.	Ministerio de Obras Públicas Ministerio de Salud Servicios de alcantarillado Municipios.
17. Datos sobre desperdicios sólidos	Autoridades locales Ministerio de Medio-Ambiente Compañías privadas de disposición de desperdicio Agencias de planeación o desarrollo de áreas
18. Datos de calidad de agua y datos de cargas de efluentes.	Institutos oceanográficos Ministerio de Salud Autoridades portuarias Autoridades de control de contaminación de aguas. Ministerio de Pesca Agencias de planeación Departamento de salud local. Universidades.
19. Datos de calidad de aire y datos de emisión al aire.	Ministerio de Salud o Medio-Ambiente Autoridades de control de contaminación de aire. Universidades.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**CURSOS ABIERTOS**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**METODOLOGIAS DE IDENTIFICACION Y EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**M. en C. JAIME SAAVEDRA SOLA**

**AGOSTO 1991.**

Este planteamiento concuerda con los de otros autores que hacen mención de los principios básicos de la ecología entre los que se halla el que en forma resumida pudiera denominarse *limitación* y que se refiere al fenómeno que controla las tasas de reproducción de los animales, de tal manera que el número total permanece acorde con los recursos del ecosistema<sup>2</sup>. Desde luego que al tratarse del hombre deben hacerse consideraciones más delicadas que cuando se aplican estos conceptos al medio acuático o terrestre para exclusivamente plantas y animales.

En cuanto a términos, existen otros con significados muy semejantes a los anteriores: *biogeografía*; es el estudio de la distribución de los seres en la superficie del globo y el análisis de sus causas. Al respecto J.L. Tamayo<sup>7</sup> usa ese término y expresa que se puede dividir en los cuatro medios fundamentales:

Acuático  
Terrestre  
Subterráneo  
Orgánico

el último es el que sucede en el interior de los seres vivos. Entre las especies de organismos de un biotopo y en ocasiones entre los que se desarrollan en medio diferentes pero que mantienen contacto, existen diversas interacciones a veces sin consecuencia para algunas de ellas o en ocasiones para disminuir o aumentar su actividad. Según sea el efecto de la acción, se les denomina como se indica a continuación:

- a) NEUTRALISMO. No tienen ninguna influencia una a otra.
- b) MUTUALISMO (SIMBIOSIS). Una necesita de la presencia de la otra.
- c) COMPETENCIA. Se ataca una a otra.
- d) COOPERACION. No importa si viven en conjunto, aunque ob tienen ventajas.
- e) COMENSALISMO. Una aprovecha a la otra que no se afecta.
- f) AMENSALISMO. Una es inhibida (amensada) por otra que no se altera (inhibidora).
- g) PARASITISMO. Una depende de la otra que se afecta.
- h) DEPREDACION. Una ataca a la otra para alimentarse.

#### COMBINACION DE COHABITACION DE ESPECIES

TIPO DE INTERACCION	ESPECIES JUNTAS		ESPECIES SEPARADAS	
	A	B	A	B
Neutralismo	0	0	0	0
Mutualismo	+	+	-	-
Competencia	-	-	0	0
Cooperación	+	+	0	0
Comensalismo (Acomensal de B)	+	0	-	0
Amensalismo (A amensal de B)	-	0	0	0
Parasitismo (A parásito de B)	+	-	-	0
Depredación (A depredador de B)	+	-	-	0

(0) La especie no se afecta en su desarrollo.  
(+) El desarrollo de la especie se hace posible o mejora.  
(-) El desarrollo de la especie se disminuye o imposibilita.

Fuente: Dajoz R.

#### 2.2.1 ECOSISTEMA TERRESTRE

##### A) PLANTAS Y ANIMALES

De hecho los animales subsisten en zonas definidas por las plantas, entre ellos existe una correlación estricta cuyo estudio corresponde a la biogeografía.

El clima es uno de los factores principales que intervienen en la distribución de ambos reinos; el suelo es otro factor pero con mayor influencia para los vegetales.

Los vegetales y animales de una región pueden adaptarse a cambios ambientales diferentes como sucede cuando se les transporta a otros sitios; sin embargo, deben ser cuidadosamente estudiadas sus características pues en ciertos casos pueden desarrollarse con demasiada facilidad y provocar un desequilibrio ecológico con repercusiones económicas adversas, como el lirio acuático entre los vegetales y los conejos entre los animales.

##### B) BIOMAS

###### a) La tundra

Se caracteriza por ser un terreno abierto y llano de clima subglacial y subsuelo helado, falta de vegetación ar-

bórea; suelo cubierto de musgos y líquenes; pantanoso en muchos sitios. La adaptación de los animales a los alimentos y al clima es notable; los mamíferos en ocasiones se alimentan de hongos y de pequeños animales; la piel tiene mayor densidad de pelo en invierno. Hay aves que son principalmente migratorias que llegan a nidificar en verano.

Existen muchos mamíferos y aves de color blanco como una protección contra los depredadores. Abundan los insectos que son capaces de resistir las bajas temperaturas imperantes.

Si de por sí es muy simple este ecosistema en la zona ártica, lo es más en la antártida pues no aparecen los mamíferos y las aves están representadas solamente por los pingüinos que dependen más del medio acuático que del terrestre.

Por extensión se llama tundra alpina a la zona de las elevadas montañas donde se encuentran las nieves eternas permanentes y glaciares.

Q b) La montaña

Las montañas y sobre todo las altas, ofrecen condiciones de vida muy especiales; la vegetación varía mucho en función de la orientación, naturaleza del suelo y tiempo que dura la nieve cubriéndola. Los vertebrados de alta montaña son poco numerosos; entre los invertebrados imperan los insectos. El apterismo es frecuente y significa una reacción contra la violencia del viento. Las adaptaciones al frío son fáciles de encontrar en muchas especies.

Se diferencia por pisos cierta vegetación y también de acuerdo a la ubicación hay variedad según la altura considerada.

En las altas montañas tropicales el frío nocturno es el factor ecológico principal; influye a tal grado que la vegetación se ha adaptado poderosamente, consiguiéndose tipos morfológicos muy especiales exclusivos de ese medio.

c) Los bosques

La actual actividad humana ha provocado que las áreas boscosas originales se vayan sustituyendo por comunidades herbáceas. Según la densidad de árboles, se origina un microclima especial que depende de la luz que pe-

netra a través de las copas y de las variaciones de temperatura diurna y nocturna por el mismo motivo.

En los bosques la concentración de CO<sub>2</sub> en el aire es ligeramente más elevada que en el campo.

El medio forestal es un ejemplo típico de ecosistema organizado en estratos superpuestos. La fauna del suelo es muy rica favoreciendo la transformación de las hojas, ramas y troncos caídos, en humus.

Los mamíferos son escasos y son raras las especies de gran tamaño; en cambio, los insectos y las aves son abundantes.

d) Estepas y sabanas

Las estepas se caracterizan por el predominio de gramíneas adaptadas a la sequía. Las estepas constituyen las praderas y las pampas del continente americano. La fauna es rica en grandes herbívoros así como en roedores. Las sabanas contienen formaciones tropicales mezcladas con plantas bajas, arbustos aislados y árboles pequeños. Las sabanas se extendían originalmente sobre una superficie menor que la actual, ocupando solo los claros de bosque. El fuego desempeña un papel importante en el mantenimiento de la sabana. El espectro biológico de la vegetación muestra un mayor porcentaje de terófitas(a) y geófitas(b) que en los bosques.

2.2.2 ECOSISTEMA MARINO

Los mares y los océanos ocupan 363 millones de Km<sup>2</sup> de superficie, es decir, el doble de las tierras emergidas. La profundidad media en los océanos es de 3800 m y en todo ese volumen se halla alguna forma de vida, como se ha corroborado hasta en las fosas más profundas, como la de las islas Marianas con 11034 m al fondo.

La actividad queda supeditada a los límites de iluminación que es rápidamente absorbida en el agua. La penetración de la luz en verano y dependiendo de la latitud, llega cuando mucho a 50 m de profundidad para el aprovechamiento fotosintético; en invierno a no más de 10 ó 15m.

A) El plancton

En 1887 el oceanógrafo Hensen(c) empleó la palabra plancton (del griego plankton: errante) para designar a los or-

(a) Plantas anuales

(b) Plantas que en el invierno desarrollan bajo tierra sus yemas.

(c) Hensen V. Oceanógrafo alemán citado en (10)

ganismos masivos que flotan libremente en el agua y son transportados por olas y corrientes. Se considera como plancton a todos los organismos acuáticos microscópicos que no requieren cultivo especial para su observación. Según el reino al que pertenecen los microorganismos, el plancton se divide en fitoplancton y zooplancton. Existen otras divisiones que obedecen a características especiales como si poseen o no movimiento propio o de acuerdo a las profundidades donde viven; según esto último, es común clasificarlo en limnético o superficial, bental o de fondo y litoral o de las márgenes o costas. A los organismos pequeños que se pueden apreciar a simple vista se les denomina macroplancton; entre éstos y el microplancton se considera al mesoplancton.

El fitoplancton está constituido por la parte vegetal de los microorganismos. Muchos poseen los atributos de los animales en cuanto a movilidad propia, al grado de que no tan fácilmente se distinguen de los protozoarios. El fitoplancton está representado en su mayoría por algas, cuya característica principal dentro del grupo de las Tallophytas, es la presencia en ellas de la clorofila.

El zooplancton está constituido por la parte animal de los microorganismos y lo forman principalmente los protozoarios. Entre los protozoarios se distinguen los algófagos y los bacteriófagos según se alimenten de algas o de bacterias; pero como las algas atraen a un número considerable de bacterias, el primer grupo provoca indirectamente la destrucción de una mayor cantidad de bacterias que el segundo.

El fitoplancton está limitado a la zona superficial iluminada; el zooplancton se extiende a mayores profundidades; en general suben durante el día y bajan durante la noche lo que da lugar a la fuente alimenticia de la zona abisal. Esto explica el por qué cuando la profundidad aumenta, disminuyen los detritívoros y aumentan los depredadores.

**b) El fitoplancton**

Las algas son un grupo heterogeneo de las plantas criptógamas y más precisamente de las tallophytas que comprenden cuarenta grandes clases y multitud de pequeños grupos todavía no estudiados por completo<sup>6</sup>, estimándose que existen entre 20000 a 25000 especies<sup>9</sup>.

Tienen una larga historia fósil; presumiéndose que algunas de ellas se remontan a la época del origen de las plantas celulares fotosintéticas.

Pueden ser unicelulares o formar colonias. Las celulares se subdividen en inmóviles (protococoidales), amibaceas (rizopoidales) y móviles (flagelados).

La forma colonial puede estar constituida por la división celular aglutinada por una masa musilaginosa (tetrasporal), por yuxtaposición (coenobial) o por un conjunto de células móviles (flagelados coenobiales).

Se reconocen en las células de la inmensa mayoría de las algas; bien sean unicelulares o multicelulares, los elementos fundamentales: la membrana, el citoplasma y el núcleo. Sin embargo, el grupo de las Cyanophytas presenta una estructura celular con características singulares que las hacen muy distintas de las otras, pues hasta se dice de ellas que son de los primeros seres vivientes que aparecieron en la tierra.

Entre los diversos constituyentes de la célula y más precisamente entre los que hacen que se integre la materia viva, figuran ciertos elementos (plastes) portadores de pigmentos que reciben el nombre de cromatóforos y que son de dimensiones y forma muy variables. Gracias a estos pigmentos asimiladores fotosintéticos, las algas son autotróficas.

De una manera general, todas las algas pueden clasificarse de vegetales verdes porque sus cromatóforos contienen siempre clorofila de color verde; en otros va acompañada de carotenoides dando otros colores que van del amarillo al rojo carmín. El color de las células ha servido para una clasificación elemental de estos vegetales:

- a) Algas verdes o Chlorofyceas, en las que la clorofila prepondera.
- b) Algas café o Phaeophyceas, en las que domina la phycoxantina, un pigmento de tinte café o verde olivo.
- c) Algas rojas o Rhodophyceas en las que la phycoeritrina, pigmento adicional de tinte rojo, las tinte de ese color.
- d) Algas azules o Cyanophyceas en las que la clorofila es más o menos opacada por la phycocianina, pigmento que le proporciona un tinte azul.

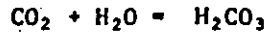
Los procesos reproductivos son tan variables como las formas de vida, pero se incluyen en los mecanismos vegetativos sexuales y asexuales.

Estudios químicos y bioquímicos del agua que es el ambiente para la gran mayoría de las algas, dan idea de los nu-



trientos necesarios para su desarrollo; los elementos principalmente empleados son el carbón, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio; además trazas de fierro, manganeso, silicio, zinc, cobre, cobalto, molibdeno, boro y vanadio; también algo de compuestos orgánicos para ciertas clases.

El C se deriva del CO<sub>2</sub>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> o compuestos orgánicos. En el agua está siempre presente el CO<sub>2</sub> en diversas formas y dependiendo de la concentración de iones hidrógeno, el equilibrio puede ser:



solamente en aguas con pH abajo de 5 se halla libre el CO<sub>2</sub>; entre 7 a 9 de pH, los bicarbonatos son los significativos; y arriba de 9.5 los carbonatos son los importantes.

Se considera que las algas usan el CO<sub>2</sub> libre en la fotosíntesis pero a muy altos valores de pH (9 o más), la ausencia de CO<sub>2</sub> libre puede ser un factor ecológico limitante, además de que el Ca puede precipitarse resultando deficiente ese elemento, pero entonces el Mg, Na y K resultan los cationes principales.

El nitrógeno es utilizado por algunas especies de Cyanophyceas; es obtenido de los compuestos nitrogenados, en particular de los nitratos, de las sales amoniacales y de nitritos; también se deriva de los compuestos orgánicos. La fijación del nitrógeno en las algas azul-verdosas depende de una cantidad pequeña pero adecuado abastecimiento de molibdeno; este elemento es también necesario cuando la fuente de nitrógeno la constituye los nitratos.

En cuanto al fósforo, se halla en el agua como ortofosfatos y en combinaciones orgánicas; su baja concentración puede limitar el desarrollo de algunas especies. El fósforo que consumen las Chlorophyceas es de 2 a 3 por ciento de su peso en seco.

b) El zooplancton

El Dr. A. Hill Hassal (1851)(a) describía la actividad de

(a) Hassal A.H. Científico Inglés citado en (11)

los protozoarios como el de ser los comensales de la naturaleza; su función es la de digerir a otros organismos. Los protozoarios deben buscar sus nutrientes y lo hacen gracias a innumerables adaptaciones que les permite absorber la materia sólida. Tienen tamaño muy variable; algunas colonias, así como especies unicelulares, pueden distinguirse a simple vista pero la mayoría son microscópicos. Viven en el medio acuático y cuando no es así se enquistan para sobrevivir.

Dentro del citoplasma se pueden distinguir en la mayoría de ellos un endoplasma y un ectoplasma; este último es casi siempre homogéneo y cristalino y puede existir permanentemente como en los ciliados y flagelados o en forma intermitente como en los esporozoarios parásitos. El ectoplasma es deformable pero da a la célula una forma definida y constante.

En los flagelados se pueden observar vacuolas permanentes o no. Las temporales se forman alrededor de los alimentos ingeridos; las permanentes o contráctiles son raras y definitivamente no existen en los protozoarios de aguas dulces. En general las células tienen un solo núcleo, pero en los ciliados se hallan dos.

En cuanto a la reproducción, el núcleo se parte; cuando existen dos, el más grande se divide por amitosis, el más pequeño es el núcleo reproductor, que contiene los cromosomas y su división da la cromatina a las células hijas. La reproducción sexual existe en numerosos protozoarios; en este caso los gametos son formados por dos trofozoitos que morfológicamente pueden ser o no iguales, pero fisiológicamente son muy diferentes.

Cuando el medio no es muy favorable para su desarrollo se enquistan; sin embargo, el *paramecium* nunca se ha observado enquistado.

Los protozoarios pueden alimentarse de algas o de bacterias, pudiendo cambiar su preferencia por una clase de alimento en caso de ausencia o escasez de éste. Dentro del grupo de bacteriófagos puede haber selección por un tipo determinado de bacterias; se ha observado que las amibas y ciliados del suelo consumen solo las Gram negativas. El *paramecium caudatum* consume *E. Coli*; todos los demás paramecios se alimentan de levaduras. Los micrococos son aparentemente mejor digeridos por los algófagos que por los bacteriófagos. La selección de bacterias Gram negativas por los protozoarios tiene una gran importancia en aguas contaminadas con aguas negras. La gran mayoría de los protozoarios se alimentan de materia viva, sobre todo los ciliados que no pueden existir en medio puramente inorgánico.

nicos.

Todos los protozoarios libres son aerobios, efectuando los cambios respiratorios a través de la membrana celular; algunos pueden tolerar condiciones más o menos anaerobias. El consumo de oxígeno en la respiración se aumenta en dos o tres veces cuando toman su alimento con respecto a cuando no lo toman.

### B) EL NECTON

Lo constituye el conjunto de especies que viven libremente en el agua de las que los peces desempeñan el papel más importante. Muchas especies viven a expensas del plancton formando cadenas alimenticias muy cortas. La presencia de peces tiene un significado inmediato en la calidad del agua, sobretodo en el contenido de oxígeno disuelto al que son extremadamente sensibles; a su vez, el valor del oxígeno disuelto hallado en el agua está muy relacionado con la cantidad de materia orgánica en descomposición.

Los peces son notables por la diversidad del medio de desarrollo, formas y colores, así como también por su valor nutritivo al hombre. Esto último ha dado origen al cultivo y captura de ciertas especies denominadas comerciales. Son además elementos de ornato y en su propio medio muy preciados en la pesca deportiva.

Así, los peces se convierten en un factor ecológico importante que repercute en la economía, como cuando se cultivan en forma especial en lo que es la acuicultura.

### 2.2.3 ECOSISTEMA ESTUARINO

En el ambiente estuarino existe una variación natural en la temperatura y en el contenido salino que lo hacen muy distinto al representado por las aguas marinas o por las aguas dulces. La vida que en él se desarrolla es muy sensible a los cambios estacionales y está muy influenciada por las mareas; no obstante, los estuarios son muy productivos biológicamente por la concentración de alimentos que le aportan los ríos, convirtiéndose en criaderos de muchas especies propias del mar. Para ilustrarlo anterior, se explica el ambiente que debe rodear al camarón para asegurar su explotación como un recurso, en relación a un posible desarrollo costero como es posible que suceda en un futuro próximo:

El ciclo de vida se inicia cuando los camarones adul

tos desovan a lo largo de la playa en profundidades de 10 a 20 m. Al salir del cascarón las crías de camarón son pequeñas y planctónicas y en gran parte se encuentran a merced de las corrientes; así se mantienen a la deriva durante 16 a 19 días, época en la cual llegan a postlarvas. En esta etapa ya se parecen al verdadero camarón y es cuando se convierten en moradores de fondo. Si las corrientes los han arrastrado hacia la orilla, se asientan y empiezan a avanzar todavía más en dirección a la playa usando cada pleamar para transportarse. Perecen si son arrastrados por las corrientes hacia aguas más profundas.

A su llegada a las bahías costeras tienen la mayor tolerancia posible a la salinidad y a las variaciones de temperatura y de oxígeno disuelto. Ocupan virtualmente todos los ambientes naturales salinos y salobres de la costa, en donde crecen rápidamente hasta alcanzar un tamaño subadulto en tres o cuatro meses. A medida que empiezan a acercarse a su madurez sexual, comienza la migración mar adentro, pero en ese momento hacen uso del refluo solamente para transportarse y descansar en el fondo durante las crecidas. Usando el transporte del refluo, llegan a los alrededores de los terrenos de desove en donde maduran y desovan más o menos un año después de haber salido del cascarón. El camarón adulto se aleja de los terrenos de desove hacia las bahías costeras, lagunas y estuarios, aprovechando los giros costeros como se les denomina a los movimientos circulares de masas de agua.

Al verter contaminantes, aún en condiciones de equilibrio, debe considerarse que los estuarios son un reservorio nutritivo y tendrán tendencias hacia la eutroficación; ésta como se sabe, puede interferir en el proceso fotosintético de las algas microscópicas y provocar descomposición anaerobia con la subsecuente eliminación de peces y otras formas de vida acuática.

Las oscilaciones de las mareas aunque suaves, en un pantano marino, un estuario de mangle o un arrecife de coral, contribuyen enormemente a la alta productividad de las comunidades respectivas. En relación a las mareas, cuanto más alta sea la amplitud de éstas, tanto mayor será el potencial de producción a condición de que las corrientes resultantes no sean demasiado abrasivas.

Si los ríos fertilizan a los estuarios, lo hace más la entrada libre del mar; por lo tanto, el cortar la entra

da del mar a un estuario es provocar un daño ecológico que se refleja al reducir a más de la mitad la productividad del sistema. Inclusive el embalsamiento de aguas para el cultivo de peces, ha de disponerse muy cuidadosamente, puesto que si no es natural, se le deberá proporcionar en forma artificial algo de ventilación, auxilios para combate de enfermedades y alimentos, que en condiciones de agua libre no lo hubieran requerido.

2.2.4 ECOSISTEMA DE AGUAS DULCES

Con aguas dulces se denomina a todos los cuerpos de agua superficiales tales como lagos, presas, lagunas, estanques, ríos y canales, en donde ecológicamente juega un papel importante la parte microscópica que se desarrolla en especial en cada uno de ellos, regida principalmente por la velocidad de la corriente, naturaleza del fondo, temperatura del agua, cantidad de oxígeno disuelto y la composición química del agua.

El agua de lluvia y la subterránea, biológicamente no interesan aunque toman su debido nivel de atención en otros problemas de ingeniería y aún ecológicamente, como recursos hidráulicos interconectados con aridez y productividad.

A) MANANTIALES

Dado su origen, los manantiales mantienen condiciones poco variables, sobre todo en temperatura. En aguas frías viven algunas algas y musgos así como planarias, crustáceos, anfípodos y larvas diversas. En aguas con temperatura arriba de 30°C comienza a disminuir la población de vegetales y más de insectos, aunque existen especies de crustáceos como el *thermosbaena mirabilis* que se desarrolla cuando existen temperaturas entre 45 y 48°C.

B) RIOS

Los ríos resaltan su importancia al considerarlos la cuna y desenvolvimiento cultural del hombre remontándose a épocas que servían como fuente de bebida, riego, transporte y hasta de alimento a través de la pesca. Han sido quizá los más afectados por el incremento industrial y tecnológico al ser los primeros receptores de las descargas contaminantes y al interrumpirse su flujo con diques y cortinas constitutivas de las grandes presas.

Los cambios de régimen, calidad y cauce, se reflejan en

alteraciones ecológicas que los han hecho típicos en los ejemplos de esta naturaleza; en caso de contaminación se recuperan con relativa facilidad y rapidez, en comparación con lagos y aguas estancadas. Influye los fenómenos de autodepuración, la pendiente y anchura del cauce, que a su vez intervienen en la velocidad del agua, temperatura y cantidad de oxígeno disuelto. Según el origen, recorrido y características naturales de los ríos, los peces se desarrollan bajo estas condiciones, a tal grado, que han servido para diferenciar ecológicamente cuatro tramos<sup>5</sup>:

- 1) Tramo de la trucha. Denominado también torrente de montaña o tramo superior de los ríos porque las aguas son agitadas y ricas en oxígeno; por la misma turbulencia no se desarrolla plancton pero sí el bentos fijo sobre las rocas y musgos. Todo insecto y pez de esta zona está adaptado para fijarse o nadar.
- 2) Tramo del salmón. Se caracteriza por un cauce más ancho y disminución de la velocidad, que origina que el fondo se cubra de arena y piedras. Los peces y las especies acuáticas prevalentes no poseen dispositivos de fijación.
- 3) Tramo del barbo. El curso es más remansado y corre por las llanuras; sobre las orillas abundan las fanerógamas y en aguas lentas el potamoplancton.
- 4) Estuario. Último tramo en contacto con aguas marinas por lo que aumenta su contenido salino hallándose especies propias de esas aguas. Se desarrolla una fauna muy particular denominada madícola sobre el musgo de las rocas.

C) LAGOS Y LAGUNAS

Los lagos y lagunas así como las presas u otros almacenamientos importantes, son quizá los que ecológicamente presentan más aspectos de interés. Biológicamente su estudio se centra en el plancton que es muy rico en este medio, excepto cuando el agua es turbia o contiene elementos adversos a su desarrollo; pero éstos y otros fenómenos se logran conocer a través de una investigación limnológica con la que se define desde el origen del lago pasando por sus características morfológicas, hasta llegar a los fenómenos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en el seno de sus aguas.

Los estudios para descifrar el origen de un lago son complicados en cuanto a los fenómenos geológicos que intervienen, llegándose en ocasiones a investigaciones de tí

po científico; sin embargo, para los fines prácticos de la ingeniería, bien pudieran pasarse por alto algunos detalles, seguros de no cometer errores graves; aunque de acuerdo a la información disponible, se busque lo más acertado posible el origen de la laguna o del lago para su clasificación, pues tanto del origen como de la forma y sus relaciones geométricas, se derivan algunas acciones hidráulicas y biológicas importantes. A esta parte del trabajo limnológico se le denomina morfometría, diferente a cuando se trata solo de investigar la forma, que entonces se denomina morfología. Respecto a esta última, algunas de las características pueden y es suficiente, conocerse a través de cartas geográficas comunes.

La calidad del agua se conoce interpretando los resultados de los análisis que se efectúan; además, con los datos del laboratorio se llegan a definir varios fenómenos de orden biológico que tienen ingerencia en la estimación del nivel de producción, estado de calidad y usos adecuados del agua entre otros.

Cada una de las determinaciones que se hacen de las muestras tiene su importancia especial, pero solas no poseen el mismo valor que si se toman en unión con otras; en conjunto se obtiene una mejor y más clara interpretación de lo investigado.

Para justificar la necesidad de ciertos datos, la periodicidad de su toma y su evaluación, se describen algunas determinaciones comunes en los análisis de las aguas.

a)  $O_2$

El contenido de oxígeno en el agua es de importancia fundamental en la conservación de la vida, especialmente de la animal. Un litro de aire contiene 209 ml de oxígeno; en el agua es unas veinticinco veces menor, lo que representa una limitación en el metabolismo de los organismos acuáticos.

Para la interpretación de lo que significa la concentración de oxígeno como factor limitante, es preciso tener presente las necesidades metabólicas de cada especie. Un bajo metabolismo como es la poca movilidad o el tamaño grande, se adapta a una más baja concentración de oxígeno. Una regla general es que una misma masa de materia viva, si está compuesta de varios organismos, tiene un metabolismo más intenso y gasta más oxígeno que si la misma masa forma un solo individuo.

b) pH

Ecológicamente el pH tiene importancia porque de sus variaciones se puede precisar la marcha de muchos fenómenos biológicos. En las aguas dulces su valor oscila entre 6.5 y 8.7. En lagos alcalinos con gran cantidad de carbonato sódico se pueden hallar valores superiores a 9.0. La vegetación en tales aguas es pobre o prácticamente inexistente; esto no impide que se halle abundantemente poblada de fauna que se alimenta de materia orgánica absorbida de las partículas de arcilla arrastrada por erosión.

c)  $CO_2$

El  $CO_2$  en el agua forma ácido carbónico el cual se disocia en dos etapas. De la cantidad total de  $H_2CO_3 + CO_2$  en equilibrio en el agua pura, algo más del 99 por ciento de las moléculas están en forma de  $CO_2$  libre que se comporta como un gas y como tal, se considera que ejerce una presión parcial. Para la comprensión de los problemas ecológicos, es suficiente relacionar las concentraciones de las distintas formas de carbono inorgánico, con la concentración de los iones de hidrógeno (pH), sin adentrarse en problemas de disociación.

En las aguas dulces la alcalinidad varía entre amplios límites; en lagos de cubeta silfíca con aguas muy puras, es alrededor de 0.3 me/l(a); en lagos alcalinos alcanza valores de 4.5 me/l. Dentro de la gama de valores bajos de alcalinidad, ésta resulta ser atribuida en su mayor parte al Ca; pero en los casos de alcalinidad muy alta, el Na forma una parte muy importante del exceso de cationes. Estas aguas ofrecen condiciones peculiares para el desarrollo de la vida.

d) C

En la medida de producción primaria es de fundamental importancia conocer la concentración de carbono inorgánico en el agua. El carbono está muy relacionado con la alcalinidad que la producen los grupos  $CO_3^-$  y  $HCO_3^-$ . En el caso de agua dulce hasta un pH de 8, no hay cantidad apreciable de carbonato ( $CO_3^-$ ); de manera que se puede suponer que la alcalinidad está neutralizada totalmente por bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ).

(a) Millequivalentes por litro. Peso equivalente de una sustancia es su peso molecular entre el número de protones o iones hidróxilos con los que reacciona.

Las aguas con una mayor reserva alcalina son las más tamponadas; es decir, mantienen valores tipos de su pH. Por el contrario, las aguas muy puras de baja alcalinidad están sometidas a oscilaciones violentas del pH. Las aguas con una reserva alcalina moderada o considerable, mantienen su pH regulado entre 7 y 8, lo que resulta favorable para la vida de muchos organismos.

c) N y P

Junto con el carbón, el nitrógeno y el fósforo forman los componentes principales de los organismos; en número de átomos se hallan en relación de 100:14:1 respectivamente. No obstante que el fósforo es el que entra en proporción menor, es el que representa el factor de mayor limitación por su escasa distribución. Las desviaciones de las proporciones normales son indicio de fenómenos interesantes al marcar el faltante de uno de esos elementos.

El nitrógeno molecular es fijado por bacterias cianófitas por lo que esta interrelación resulta de gran importancia para los usos agrícolas. El fósforo, proviene de la disgregación y lavado de las rocas que lo contienen; a su vez parte del fósforo que interviene en el ciclo orgánico queda inmovilizado en los sedimentos, aunque si se reduce, puede volver a liberarse una parte. En esta misma forma se pierde nitrógeno. Ambos elementos influyen notablemente sobre los productos primarios.

Ciertas especies prosperan solo bajo concentraciones muy altas de fósforo por no poder regular su concentración en el interior de las células; estos organismos lo absorben rápidamente del medio, pero también lo ceden fácilmente.

f) Luz

La energía radiante que llega a la superficie de la tierra en un día claro, se compone de luz ultravioleta (10%), luz visible (45%) y luz infrarroja (45%). Las bandas de la luz azul y roja son absorbidas especialmente por la clorofila mientras que la energía calórica infrarroja lejana, lo es por el agua de las hojas y el vapor de agua que flota a sus alrededores, lográndose así limitar la temperatura para que no llegue a niveles mortales. En las plantas acuáticas la misma agua las refresca.

Cualquier organismo al igual que cualquier sistema, manifiesta un valor de saturación en relación con la luz,

llegando un momento en que la fotosíntesis ya no puede aumentar por limitaciones intrínsecas del aparato fotosintetizador. Para el plancton de profundidad se alcanza la saturación mucho antes que para el plancton de superficie, encontrándose que estos valores pueden ocurrir entre 8000 y 15000 luxes.

g) Temperatura

Conocer la temperatura y sus variaciones en un lago es de gran importancia, ya que en función de ella se llevan a cabo la gran mayoría de los fenómenos químicos y biológicos; es además un factor fundamental en el comportamiento de algunos lagos en cuanto a la estratificación de sus aguas y los volcamientos que tiene lugar su volumen durante las estaciones de invierno y de verano. Ecológicamente se ha observado que los organismos sujetos normalmente a temperaturas variables en la naturaleza, cuando se someten a temperatura constante, propenden a sentirse deprimidos, inhibidos o retardados.

h) Microscopía

La observación microscópica lleva fundamentalmente a la definición o clasificación y cuantificación del plancton (algas y protozoarios) que tanta importancia juega en el papel de producción y ciclos alimenticios en diversas especies superiores.

Tanto a escala mundial como a escala local, hay una continua acción del ambiente sobre los organismos y una reacción continua de los mismos organismos sobre el ambiente que conduce a los ciclos de sucesiones.

En los lagos de agua dulce se manifiesta una sencilla sucesión fácil de observar. En las primeras etapas, es decir, después de la mezcla vertical de otoño (a causa del cambio térmico del agua), suelen desarrollarse grandes poblaciones de pequeños flagelados formados en general por monas así como por diatomeas que requieren un movimiento vertical del agua para permanecer en suspensión. Algún tiempo después se desarrollan variedades de crisofíceas y diatomeas. En etapas posteriores se encuentran diversos organismos capaces de mantenerse nadando en el seno del agua y otros que flotan gracias a gotas de grasa o vacuolas llenas de gas. Estos últimos organismos aparecen cuando el agua ya se ha estabilizado; es decir, durante el verano y especialmente a finales del mismo. Al llegar el otoño, la mezcla vertical pone fin a esta sucesión y se inicia otra.

Fracción del texto  
INGENIERIA ECOLOGICA  
Ernesto Murguía Vaca 1985.

Pará el desarrollo del tema

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

## 5. CICLOS NATURALES

La ecología adquiere más importancia cuando se considera que dentro de las interrelaciones organismo-ambiente, existen varios factores que juegan un importante papel en la transformación de compuestos orgánicos a simples elementos químicos que son cíclicos en la naturaleza.

De acuerdo a W.I. Vernadsky(a) existen 42 elementos que cumplen verdaderos ciclos bioquímicos, aunque los tres últimos de los que lista, los admite con reserva; éstos son:

Carbono-Hidrógeno-Nitrógeno-Oxígeno-Aluminio-Antimonio-Arsénico-Azufre-Bario-Bismuto-Boro-Cadmio-Calcio-Cloro-Cobalto-Cobre-Cromo-Estafio-Estroncio-Flúor-Fósforo-Fierro-Magnesio-Manganeso-Mercurio-Molibdeno-Níquel-Platino-Plomo-Potasio-Selenio-Silice-Sodio-Talio-Teluro-Titanio-Vanadio-Volframio-Cinc-Berilio(?)-Cerio(?)-Oro(?).

Desde el punto de vista de la Ingeniería, interesan principalmente los cuatro primeros y también el fósforo como elementos que intervienen en muchos de los fenómenos biológicos que maneja y que además están relacionados con problemas de contaminación.

(a) Científico ruso (1863-1945). Investigador en Cristalografía y Geofísica citado en (1).

### 5.1 CICLO DEL CARBONO

El ciclo del carbono puede explicarse bajo dos caminos:

a) Ciclo mayor. El bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera, es convertido por los vegetales a través del proceso fotosintético en materia orgánica como por ejemplo azúcares, almidones y celulosa. Esta materia orgánica sintetizada, es consumida por los propios organismos originarios a través de la respiración; es decir, es quemada. También es quemada por combustión en forma de carbón, leña, incendios forestales y otros usos industriales. De estas acciones se devuelve CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

b) Ciclo menor. Parte de CO<sub>2</sub> se combina con elementos alcalinos y forma carbonatos tanto de orden mineral como orgánico; éste último constitutivo de huesos y caparazones por ejemplo. Luego los carbonatos son desdoblados por ácidos o por calcinación y el CO<sub>2</sub> liberado vuelve a la atmósfera.

### 5.2 CICLO DEL OXIGENO Y DEL HIDROGENO

El ciclo bioquímico del oxígeno está tan íntimamente ligado con el hidrógeno, que no es posible describir uno sin tocar al otro.

Partiendo del agua, los vegetales superiores la toman por medio de sus raíces y hojas para que junto con el bióxido de carbono produzcan glúcidos, liberando oxígeno que se integra a la atmósfera:



Esta reacción se lleva a cabo mediante el proceso fotosintético, siempre en presencia de luz solar.

No hace mucho que se sabe que el oxígeno liberado proviene del compuesto H<sub>2</sub>O y no del CO<sub>2</sub> y que existe una etapa que se verifica en oscuridad para que esto suceda<sup>(19)</sup>. De cualquier modo, los vegetales constituyen la fuente principal de oxígeno, que por radiación ultravioleta de alta energía en la atmósfera, se convierten en ozono (O<sub>3</sub>) que vuelve a pasar a O<sub>2</sub> para formar nuevamente combinaciones de óxidos metálicos y biológicos.

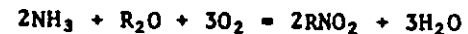
Por la respiración de plantas y animales, queda en libertad parte del agua que es utilizada en la fotosíntesis, con lo que O<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O quedan en armónico equilibrio. Ade-

más, la existencia de oxígeno y de agua en la naturaleza es tan abundante, que respecto a ellos mismos no existe ningún viso de peligro por disminución, aún bajo el excesivo empleo actual de energéticos.

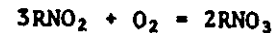
### 5.3 CICLO DEL NITROGENO

El nitrógeno es un constituyente esencial de todo organismo vivo. Muchas sustancias, independientemente de los alimentos, lo contienen y son por tanto también de gran importancia para el uso del hombre; asimismo, es fundamental el proceso de conversión por fijación del nitrógeno molecular en el aprovechamiento biológico. Los ejemplos de la necesidad del nitrógeno pueden multiplicarse, pero todos ellos conducen a una transformación cíclica del equilibrio establecido.

El nitrógeno libre en la atmósfera no es utilizable por las plantas ni por los animales; es indispensable la acción de microorganismos como el *Azotobacter* que elaboran compuestos amoniacales a partir del cual los fermentos nitrosos elaboran nitritos.



y posteriormente los fermentos nítricos como el *Nitrobacter*, oxidan los nitritos convirtiéndolos a nitratos:



así ya es fácilmente asimilable por las plantas verdes, aunque algunas de ellas también lo obtienen de microorganismos con los cuales están asociados simbióticamente y que elaboran productos nitrogenados directamente del nitrógeno atmosférico.

Los animales y las plantas no autótrofas utilizan los compuestos nitrogenados y forman otros que por degradación originan amoníaco.

El ciclo del nitrógeno se completa por la acción de los microorganismos desnitrificadores que utilizan los nitratos para su respiración extrayéndoles el oxígeno y dejando el nitrógeno en libertad.

#### 5.3.1 El nitrógeno en sistemas terrestres

En un ecosistema terrestre establecido o maduro, el nitrógeno forma un ciclo balanceado cerrado; gene-

ralmente el 95 por ciento del nitrógeno es reciclado y solamente un 5 por ciento es transferido o reemplazado a otros sistemas.

Las prácticas agrícolas o forestales son las que principalmente modifican el ciclo; tiene en esto una gran influencia la erosión del suelo.

### 5.3.2 El nitrógeno en sistemas acuáticos

Los procesos biológicos descritos en el sistema terrestre son válidos para los acuáticos, solamente que los escurrimientos superficiales están aquí representados por la sedimentación. La diferencia fundamental entre los dos sistemas la constituye el contenido del nitrógeno en la biomasa vegetal total, que es superior en la terrestre, debido a que el tiempo de retorno del nitrógeno en el mar es mucho más corto que en la tierra; está según se estima, en relación aproximada de un mes en el mar a cinco años en la tierra.

### 5.3.3 El ciclo del nitrógeno y la actividad humana

La mayor intervención del hombre dentro del ciclo del nitrógeno se debe a la necesidad de producir alimentos. Las deficiencias proteicas y calóricas son comunes en gran parte del mundo y causan severos problemas, principalmente entre los niños en relación al desarrollo físico y mental.

El incremento del uso de combustibles, hacen subir las emisiones de óxido de nitrógeno, amoníaco y productos por pirólisis. Los compuestos de nitrógeno son cada vez más empleados en la industria y por tanto, los desechos respectivos también van cargados de este elemento.

## 5.4 CICLO DEL FOSFORO

El fósforo es un elemento constitutivo y por tanto indispensable del protoplasma. Sigue un ciclo en el que sufre por descomposición orgánica su transformación a fosfatos ( $PO_4$ ). Como fosfatos se halla en la naturaleza en depósitos formados durante épocas pasadas. Actualmente de allí se obtiene, con el inconveniente de que gran parte se pierde por erosión hasta llegar al fondo marino de donde algún día emergerá para volver a ponerse sobre tierra firme. En el ciclo del fósforo intervienen las aves marinas que ahora se ve menguada su actividad a causa de la invasión humana a los sitios de criadero natural.

Afortunadamente los yacimientos son lo bastante abundantes para pensar en una escasez próxima, aunque vale la pena considerar su origen y no abusar o dejar que se pierda con tanta facilidad.

El fósforo es el fertilizante más importante por sí solo; frecuentemente se convierte en factor limitante cuando no se halla en la cantidad necesaria. La limitación es tan mala como lo es el exceso; las aguas negras domésticas contienen en general de 15 a 35 mg/l de nitrógeno y de 2 a 4 mg/l de fósforo, relación que queda dentro de lo usual para aprovechamiento de las plantas que es de 1:6 (P:N) en promedio; por eso cuando se vierten directamente a un lago, propician la eutroficación<sup>(20)</sup> con graves problemas para el cuerpo receptor. En estos casos debe tratarse el agua negra, para que entre otras cosas se reduzca la cantidad de fosfatos y se evite la proliferación de plancton. No importa tanto para este fenómeno el exceso de nitrógeno si se reduce el fósforo.

La fuente principal de fosfatos en el agua negra lo constituye el detergente sintético, compuesto de uso cada vez más amplio y generalizado.

Los que emplean el agua negra para riego agrícola aprovechan esta propiedad con muy buenos resultados; solamente debe tomarse en cuenta el aspecto sanitario y más cuando se usa para productos alimenticios que el hombre ingiere crudos como frutas y hortalizas.

Cabe aclarar que el aprovechamiento del  $PO_4$  por las plantas, así como otros iones básicos como  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $H^+$  y  $NO_3^-$ , lo hacen en la misma cantidad tanto en el día como en la noche, solamente varía la cantidad de agua absorbida, que es mayor en presencia de luz; todo se debe a un cambio en la actividad metabólica de la planta<sup>(21)</sup>.



Fracción del texto  
INGENIERIA ECOLOGICA  
Ernesto Murguía Vaca 1985.

Para el desarrollo del tema

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

21

## 7. AFECTACION DEL AMBIENTE POR CONTAMINACION

### 7.1 CONTAMINACION DE AGUAS

#### 7.1.1 Causas de contaminación y resguardo

Agua sucia y dañina al humano siempre ha existido; baste recordar las diversas condiciones en que se puede hallar el agua en cuanto a turbiedad, olor, color y contenido de cuerpos flotantes; con todos estos defectos y aún cuando no tenga calidad de potable, solo la naturaleza ha intervenido y por ello no debe ser considerada como degradación, simplemente que ya es así desde su estado natural. Por tanto cabe aclarar que existe una franca diferencia—ción entre la contaminación natural y la provocada por el hombre.

La intervención del hombre puede modificar su calidad y no se piense que esto ocurre siempre en forma negativa, porque si en estado natural un agua no es apta para su empleo, la pasa por ciertos procesos que la convierte en útil; son los denominados tratamientos de potabilización. Pero lo que ocurre con demasiada frecuencia, es el cambio que produce en decremento de calidad; del que muchas veces no es tan culpable como se piensa.

La culpabilidad que ahora se le asigna, se debe al volumen de desechos en relación a la capacidad dilutora—y de autodepuración de los cuerpos receptores, ya que anti-

guamente se seguía la práctica tan criticable actualmente, de verter los efluentes directamente sin tratamiento a las corrientes.

Lo que ocurre es que se ha roto el equilibrio ecológico que gobierna esos fenómenos. Intervienen en esto dos grandes y primordiales factores: 1) el rápido incremento poblacional mundial que ha llevado a un número de habitantes considerado como alarmante; y 2) el volumen disponible de agua directamente utilizable en procesos vitales, sumamente reducido en relación a la totalidad del agua en el planeta.

#### 7.1.2 Evaluación de la contaminación

A fin de conocer el estado que guarda el agua respecto a su calidad, se hace uso de ciertos parámetros característicos que rigurosamente pudieran llegar a ser del orden de cientos; sin embargo, no todos son comunes y se reducen para los casos prácticos, a solo unos 15, entre los que se halla OD, DBO, DQO, pH, temperatura, turbiedad, C.E., NMP coliforme y plancton, además de los que pudieran servir en particular y según los objetivos del estudio como: detergentes, metales pesados y sustancias tóxicas. Por ejemplo, si el agua que se investiga sostiene una vasta extensión agrícola, será diferente a la que explota producción de peces y también será distinta a la destinada para recreación; de todas maneras, subsisten parámetros comunes que son precisamente los mínimos a que se ha hecho referencia.

El tipo y forma de análisis a que se someten las muestras, dependen de la magnitud del proyecto, recursos económicos y algo que siempre se escatima: el tiempo disponible.

Es deseable que la investigación se proyecte a tiempos que lleguen a cubrir la intervención de los fenómenos naturales como lluvias, días soleados, cambios de temperatura, ambiente, vientos, etc.; lo que en muchos casos se logra en apenas un año completo. Peor será cuando se incluyan ciclos vitales del plancton, peces y crustáceos.

El número y frecuencia de los muestreos debe ser objeto de estudios minuciosos que finalmente definan el plan a seguir durante la etapa de investigación, ya que de esta información se derivarán los resultados y medidas correctivas a emplear. Es aquí donde debe considerarse el aspecto económico porque implica muchas veces el uso de equipo especializado, personal competente y experimentado así como

laboratorios fijos o móviles con todos los elementos para efectuar los análisis solicitados.

Rigurosamente con esta actividad se terminaría la fase de evaluación puesto que la tabla de resultados de los análisis físicos, químicos, biológicos y microscópicos realizados, podrán compararse con los aceptables para el uso a que se destina esa agua y con ello, definir la forma de eliminar o disminuir los parámetros que se consideran en demasía.

Pero falta algo muy importante que no debe descuidarse; se trata por un lado, de definir la causa que origina esa situación y por otro, conocer la etapa en que se desarrollan esos fenómenos por efecto de la contaminación en cuanto a que si pudieran incrementarse o tenderían a desaparecer.

Lo primero llevaría a evitar o controlar la acción que provoca disturbios; implica que desde la planeación del estudio, se efectúe la investigación correspondiente cubriendo una área que en forma extrema es la misma cuenca de captación. Lo segundo también resulta de la comparación de los datos que arrojan las diferentes estaciones de muestreo.

#### 7.1.3 Disturbios ecológicos en aguas contaminadas

Los efectos que origina una descarga contaminante en un río, son con ligeras modificaciones dadas sus características, los mismos que suceden en un lago; solamente que se reflejan mejor en una corriente, por intervenir directamente como función de la longitud recorrida por el agua o del tiempo transcurrido desde el origen de la contaminación. Al explicarse estos disturbios, también se explica lo que es el proceso natural de autodepuración de las aguas; fenómeno mediante el cual se resguarda la calidad natural y que es aprovechada bajo procesos acelerados en las plantas para el tratamiento de aguas negras o desechos industriales.

Es típico de los lagos y no de los ríos el fenómeno de eutroficación que consiste en una sobreproducción de plantas acuáticas, principalmente del fitoplancton, que origina serios cambios físicos, químicos y biológicos en el agua, como consecuencia de adicionar nutrientes tales como fosfatos y nitratos, entre los desechos contaminantes.

La aparición en ciertos lagos y presas del lirio acuático en forma exuberante no es desconocido, así como

tampoco los problemas que causa en las propelas de los motores de las lanchas, haciendo que la navegación prácticamente se nulifique. No es éste el principal efecto, pero sí el más directo e inmediato. Lo peor ocurre en el propio seno del agua al impedir la penetración de los rayos solares que auspician la disminución del proceso fotosintético provocando así la asfixia de peces, que junto con otros desperdicios vegetales, constituyen materia orgánica pronta a descomponerse. Al hacerlo se incrementa la DBO y por tanto, la todavía más acelerada disminución del OD.

Así, se podría llegar a provocar una anaerobiosis, dando lugar a procesos sépticos tan ofensivos en todos sus aspectos, que se evitaría el uso recreativo y de natación, nulificaría la productividad pesquera, obstruiría los canales de irrigación y disminuiría la navegación.

#### 7.1.4 Evaluación de los efectos ambientales

Los cambios que se provocan por contaminar un agua, son claros cuando ya ocurren y es fácil de esa manera llegar a cuantificar lo que provocan desde los puntos de vista ecológicos, estéticos, económicos, sociales, culturales, y a los aspectos más específicos como piscicultura, agricultura, minería, etc.

Siendo tan fragil el ambiente y su ecología, cualquier cambio que se haga lo llega a afectar, así entonces, no es solamente la contaminación de las aguas lo que se debe considerar, sino también toda obra que ejecute el hombre. Esto ha dado origen a una metodología que con las debidas adaptaciones sirve para evaluar los efectos que pudieran provocarse en el ambiente, debido a un proyecto de terminado. Se subraya proyecto, porque este estudio debe efectuarse antes y no después de la ejecución de la obra. En el caso de contaminación, deben preverse los efectos que pudiera ocasionar una descarga de ciertas características analizada en forma general auxiliado por las metodologías existentes. Conocido el resultado podrá indicarse bajo qué condiciones se permitiría su vertido, incluyendo calidad, caudal y régimen.

#### 7.1.5 El Ciclo Hidrológico desde el punto de vista de la contaminación

##### a) Lluvia

El vapor de agua condensada en nubes y precipitado en forma de lluvia, es prácticamente puro en altitudes muy grandes. A medida que cae la lluvia absorbe oxígeno, CO<sub>2</sub> y otros gases del aire, así como polvo, humos y vapores;

recoge también las bacterias y esporas vegetales que se encuentran en el aire.

En general, la cantidad de esas impurezas es pequeña; mayor al principio de la precipitación y menor al final. La lluvia que cae en el campo es más limpia que la que precipita en las ciudades; después de una sequía o en una región árida contiene más partículas de polvo que durante la temporada de lluvias o en un lugar sujeto a muchas precipitaciones. Generalmente estas impurezas tienen poco significado sanitario.

##### b) Agua superficial

La lluvia al escurrir por la superficie terrestre hacia el mar, ríos o lagunas, lleva consigo gran cantidad de materia que depende del área y carácter de la cuenca, geología, topografía, extensión y desarrollo realizado por el hombre, época del año y condiciones del tiempo. El agua de las corrientes es generalmente más variable y menos satisfactorias que las de las lagunas y lagos. El agua de regiones calcáreas es más dura pero menos corrosiva que el agua de regiones graníticas. Las fuentes superficiales en zonas muy pobladas están afectadas por las aguas negras y desperdicios industriales.

##### c) Corrientes de agua

Durante los períodos de grandes precipitaciones el caudal de las corrientes consta principalmente de agua superficial. En esas temporadas el agua puede ser lodosa, relativamente suave y con un alto contenido de bacterias. En tiempo de sequías el caudal de los ríos contiene una mayor proporción de aguas del subsuelo, por lo cual es más dura que en otras temporadas; las corrientes sujetas al peligro de contaminación por el hombre o sus actividades, pueden tornarse en defectuosas debido a la sobrecarga con materia orgánica putrecible.

La calidad y clase de materiales llevados por las corrientes depende del material y carácter de la superficie, de la inclinación de los declives del valle, del área y tipo de los bosques, pantanos y de la cantidad y clase de cultivos. Los suelos arcillosos producen corrientes lodosas y las tierras pantanosas dan notable color al agua. Las corrientes en zonas con fuertes pendientes, provocan arrastres cuyo resultado es la erosión y mayor contenido de limo en sus aguas.

Los bosques funcionan como retardadores del escurrimiento y tienden a uniformizar el caudal de la corriente

te; pero en bosques con elementos de hojas caidizas provocan aguas con color, en mayor proporción que los que se mantienen siempre verdes.

Los escurrimientos que atraviesan zonas de cultivo llevan limo y partículas de fertilizantes, mientras que las que atraviesan pastizales llevan estiércol y otros desechos orgánicos. En el otoño mucha vegetación muerta es llevada por el viento o por los escurrimientos a las corrientes de agua; por lo tanto, es evidente que las aguas de corrientes en cuencas relativamente poco pobladas llevan considerable contaminación de tipo natural.

Los minerales de las corrientes proceden no solamente de los escurrimientos que adquieren estas sustancias en la superficie del suelo sino también de la disolución en el agua subterránea. Estos minerales solubles aumentan la alcalinidad y la dureza del agua según las cantidades relativas de agua subterránea y agua superficial y el carácter de la formación geológica.

Desde el punto de vista sanitario la contaminación por el hombre o producto de sus actividades, es más significativa. En regiones poco pobladas la contaminación humana es relativamente indirecta, incidental o accidental. En regiones pobladas, la contaminación por aguas negras y desechos industriales es directa. Esta contaminación puede contener gérmenes patógenos por las excreciones humanas o sustancias tóxicas provenientes de los desechos de fábricas.

El grado de deterioro de una corriente es aproximadamente proporcional a la densidad de población en la zona de captación. Como resultado final, la contaminación "natural" y la provocada por el hombre, producen el color, turbiedad, sabores y olores, dureza, bacterias y otros microorganismos en el agua.

La descomposición de los depósitos de materia orgánica en el fondo de las corrientes tienen también un efecto adverso sobre el color, sabor, contenido de hierro y bióxido de carbono.

Las condiciones climatológicas, geográficas e hidrográficas, se encuentran entre los factores que afectan los caracteres físicos, químicos y biológicos de las corrientes de agua. Existen causas naturales que tienden a purificar las corrientes contaminadas y entre ellas se encuentra la cantidad de agua que lleva la corriente en avenidas, que lavan el lecho al arrastrar la materia

orgánica depositada, que al descomponerse, alteraría la calidad del agua. Las corrientes rápidas y poco profundas tienen mayor capacidad de autodepuración que las corrientes lentas y profundas, aunque en este último caso la sedimentación puede reducir con más efectividad las materias en suspensión y con ellas las bacterias.

#### d) Lagunas y lagos

El agua que llega a las lagunas y a los lagos es la de las corrientes tributarias. En estos sitios el agua está relativamente quieta; los notables cambios en la calidad se deben a la fuerza de autopurificación. El grado y el carácter de estos cambios dependen del volumen del cuerpo de agua en relación con su área de drenaje, de su forma y de las corrientes de aire. Un largo almacenamiento permite mejor la sedimentación de las materias en suspensión, la aclaración del color y la remoción de bacterias; por lo tanto, las aguas almacenadas son de una calidad más uniforme que las de los ríos directamente.

La acción del oleaje produce aguas turbias en la orilla y en algunos casos el crecimiento de organismos microscópicos puede ser considerable en este tipo de agua.

Generalmente en los grandes lagos, la dilución y la autopurificación aseguran la buena calidad de agua que se encuentra lejos de las orillas, a menos que se produzca una contaminación localizada y pasajera debido al movimiento de embarcaciones.

En lagos chicos, la autopurificación es menos completa que en los grandes. En pequeñas lagunas se facilita el crecimiento de algas.

#### e) Embalses

Los embalses formados por diques a través de los valles cortados por corrientes, están sujetos a las mismas consideraciones que los lagos y lagunas naturales. Cuando se construyeron los primeros depósitos se arrancaba toda la vegetación del fondo y se quitaba la capa superficial de la tierra para evitar los efectos de la descomposición de la materia orgánica. En los métodos más recientes, se omite la remoción de la tierra y se confía en la elección del punto de admisión y en el tratamiento, para asegurar la calidad satisfactoria del agua; sin embargo, se llegan a tener serios problemas como el narrado por el Ing. Pedro J. Caballero<sup>(1)</sup> sobre la gran mortandad de peces ocurrida en el inicio de operación de la Presa Miguel Alemán. El motivo fue la inundación, a causa de una avenida del Río

Tonto, de una extensa área de vegetación y bosque que cubría el área del vaso; al entrar en descomposición como materia orgánica, consumió la casi totalidad del oxígeno disuelto en el agua provocando la asfixia de los peces. El fenómeno se extendió aguas abajo de la Presa hasta el Río Papaloapan. Económicamente el daño fue muy fuerte para los pobladores que dependían en gran parte de la pesca, dando origen además a muy variadas explicaciones del fenómeno.

Una vez que se establece el equilibrio, normalmente el agua de mejor calidad se encontrará a una profundidad media. El agua de la parte superior es propensa a desarrollar algas. El agua del fondo puede contener gran cantidad de CO<sub>2</sub>, Fe, Mn y a veces H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. En lagos y embalses profundos el agua del fondo permanece fría durante todo el año porque se produce una zona permanente de relativo estancamiento a profundidades abajo de 6 m. aproximadamente.

f) Agua subterránea

Parte de la lluvia que cae sobre la superficie de la tierra se infiltra en el suelo y se torna en agua subterránea. Durante su paso a través del suelo, el agua entra en contacto con muchas sustancias tanto orgánicas como inorgánicas, algunas de éstas son fácilmente solubles en el agua, otras como la que causa la alcalinidad y la dureza son solubles en aguas que contienen CO<sub>2</sub> obtenido del aire o de la materia orgánica en descomposición en la tierra. La descomposición de materia orgánica consume el oxígeno disuelto del agua que se infiltra a través de ella. Esta agua exenta de O<sub>2</sub> y con un alto contenido de CO<sub>2</sub>, disuelve el hierro y el manganeso del suelo. Las aguas que contienen Fe y Mn favorecen el desarrollo de bacterias del género Crenotrix y otros organismos similares en los depósitos de agua subterránea almacenada; a veces en las aguas subterráneas se produce ácido sulfúrico cuando hay ausencia de oxígeno, descomposición de materia orgánica o reducción de sulfato.

Cuando los suelos están agrietados, ocurre una contaminación directa con la materia orgánica que existe en la superficie.

Las condiciones sanitarias en la proximidad de las fuentes del agua subterránea son importantes, en particular cuando la contaminación en el subsuelo proviene de letrinas, pozos de absorción y albañales con fugas. En general las aguas subterráneas son claras, frías, incoloras y de mejor calidad que las aguas superficiales de la

región en la cual se encuentran. Con respecto a las bacterias, las aguas subterráneas son mucho mejores que las aguas superficiales, salvo en los lugares donde existe contaminación directa.

g) Manantiales

Las aguas de manantial provenientes de estratos someros, se ven más afectados por la contaminación superficial que las aguas profundas. En general sus características de calidad, reflejan la formación geológica del lugar en que surgen; normalmente la cantidad de agua que se obtiene de los manantiales es limitada y puede decirse que su calidad es muy semejante a lo que se ha indicado en las aguas subterráneas.

h) Pozos someros y galerías filtrantes.

La calidad del agua proveniente de un pozo que capte agua de estratos someros, estará condicionada principalmente al carácter de la zona de captación. Los pozos someros debidamente protegidos con materiales impermeables satisfactorios, producirán aguas de buena calidad.

Las galerías filtrantes como los pozos someros, permiten la infiltración de aguas cuya calidad estará sujeta al tipo de fuente que la alimenta. En general el agua proveniente de las galerías tienen los mismos caracteres indicados para los pozos someros.

i) Pozos profundos

Las aguas de pozos profundos son generalmente limpias y sin color pero contienen frecuentemente Fe y Mn, cuando entran en contacto con el aire estas aguas, toman un color característico debido a la oxidación de estos metales. Algunas aguas de este tipo tienen un alto contenido de CO<sub>2</sub>. Las aguas de pozos profundos son generalmente buenas desde el punto de vista bacteriológico. Una contaminación temporal puede ocurrir durante la perforación o instalación de equipo y es preciso, por lo tanto, dejar pasar algún tiempo después de terminado el pozo, para conocer la calidad exacta del agua extraída.

7.2 CONTAMINACION DEL AIRE

Existe una amplia bibliografía referente a los efectos que produce la contaminación del aire en la salud del hombre, animales y plantas, así como del deterioro que causa en edificios, obras de arte y otros bienes materiales; además, es un tema tan amplio e interesante, que es quizá el

más conocido por el público en general.

Las fuentes emisoras de contaminantes se subdividen en naturales y artificiales. Las naturales incluyen las áreas polvosas de terrenos erosionados en donde la generación de polvo es imposible de controlar; en ese mismo caso se hallan los terrenos desecados. Quedan dentro de esta categoría las emisiones volcánicas y otras semejantes. Las artificiales se subdividen en fijas, móviles y diversas; todas ellas son producto de la actividad del hombre.

#### 7.2.1 Causas de la contaminación

Para que una emisión se considere contaminante, debe sobrepasar una concentración y permanecer un cierto tiempo estimados como límites para que se presente un riesgo a la salud o a la economía.

Tal como sucede en el agua, la atmósfera posee un poder importante de autodepuración, pero tiene un límite que depende de factores meteorológicos y geográficos. Las características meteorológicas más importantes son el viento y la lluvia; en cuanto al viento, según su velocidad y dirección, arrastra los contaminantes fuera de las ciudades y los diluye; respecto a la lluvia, realiza un lavado y disuelve gases y vapores arrastrando las partículas sólidas que encuentra a su paso.

La topografía es decisiva para facilitar la acción de los fenómenos meteorológicos o limitarlos y aún provocar condiciones desfavorables permanentes o muy frecuentes.

La temperatura también interviene en estas acciones y son notables las diferencias entre el día y la noche para formar los techos en donde se estratifica el aire ascendente y que en ausencia de vientos importantes permanecen por largos períodos. En techos bajos como de 100 a 300 m de altura, las condiciones que se llegan a establecer, pueden ser altamente peligrosas; este fenómeno que es casi rítmico con la noche y el día, se recrudece en el invierno a causa de la menor energía solar disponible<sup>(32)</sup>.

Tan diversos y numerosos factores que intervienen en el problema de contaminación atmosférica, hacen que cada sitio posea características especiales y requiera de estudios locales para lograr su solución, sin admitir que se puedan aplicar las que se han experimentado en otros lugares.

#### 7.2.2 Principales contaminantes<sup>(32)</sup>

Estos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. Los dos primeros deben ser de un tamaño lo suficientemente pequeño como para no sedimentarse, sino formar aerosoles, lo que se obtiene sólo cuando las partículas tienen diámetros del orden de 30 micras o menos. Entre los contaminantes sólidos más abundantes y habituales están el humo, hollín y cenizas, provenientes de las combustiones; y el polvo natural o producido por barrido, demoliciones o procesos industriales. Estos últimos envían al aire diversas sales principalmente inorgánicas entre las que se hallan fluoruros, óxidos de hierro y aluminio, cemento, sulfuros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y otros. Estos polvos constituyen a menudo daños y molestias localizadas, pero las condiciones atmosféricas pueden dispersarlos sobre superficies bastante grandes o arrastrarlos hasta algunas decenas de kilómetros de su lugar de origen.

El contaminante más importante está constituido por las nieblas de ácido sulfúrico, formadas principalmente por oxidación del anhídrido sulfuroso. A estas nieblas se atribuyen, por parte de algunos autores, una proporción considerable de los daños a la salud ocasionada por la contaminación del aire.

En cuanto a los gases, entre los más importantes está el anhídrido sulfuroso, producto de la oxidación del azufre que contienen los minerales sulfurados y los distintos tipos de combustibles fósiles, principalmente el carbón de piedra y los aceites residuales de petróleo que llegan al aire como subproducto de las industrias que quemazufre; también se puede mencionar el monóxido de carbono, residuo de las combustiones incompletas y componente importante de los gases de los tubos de escape de los automóviles; otros gases son el bióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno que se forman cuando el aire se expone a altas temperaturas, como en los hogares de los generadores de vapor y en los distintos tipos de motores. A éstos se agregan los diversos subproductos de la industria química que aunque en menor volumen, pueden complicar seriamente los problemas por la interacción con los contaminantes más habituales.

Muchos de los gases enumerados pueden reaccionar entre sí, para formar nuevos productos, que a veces pueden ser más perjudiciales. Así, la interacción entre los óxidos de nitrógeno, el anhídrido sulfuroso, los hidrocarburos de petróleo, etc. catalizados por la energía solar, permiten la formación de cantidades apreciables de ozono,

un oxidante muy activo, anhídrido sulfúrico, que por combinación con la humedad del aire forma las nieblas de ácido sulfúrico; y sustancias orgánicas oxidadas, como los peroxiacetilnitritos a los que se atribuye muchas de las propiedades oxidantes y molestas como el ardor de los ojos y los daños a la vegetación.

### 7.2.3 Magnitud de la contaminación.

En varias regiones se han detectado trazas de metales potencialmente tóxicos en pequeñas cantidades al humano y algunos organismos; pero que se han incrementado como resultado de la actividad industrial. Entre éstos se hallan: plomo, zinc, manganeso, plata, arsénico, vanadio, antimonio, selenio, cromo y níquel; las concentraciones van de 10 a 200 veces más que en una atmósfera limpia como la del Polo Sur<sup>(33)</sup>.

Los contaminantes que más afectan a la agricultura son los fotoquímicos; se forman por la interacción de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos que a su vez generan productos secundarios como ozono, ácido nítrico y compuestos sulfurados incluyendo el ácido sulfúrico. Los ácidos formados son los causantes de las lluvias ácidas que se han presentado con mucha frecuencia y mayor intensidad a partir de 1950. Entre los muchos estragos que hace la lluvia ácida se cuenta la reducción de la actividad microbiológica del suelo, impidiendo por tanto el correcto desarrollo forestal.

## 7.3 CONTAMINACION DE SUELOS

Los suelos constituyen el medio ideal de desarrollo bacteriano para la descomposición de la materia orgánica y el receptáculo de todos los nutrientes necesarios para los vegetales. Los cambios que se provoquen por vertido de sustancias contaminantes, pueden originar problemas ecológicos de magnitud acorde al grado de toxicidad. Esto es lo que ha llevado a legislar para prohibir la descarga o depósito de contaminantes en los suelos, sin el cumplimiento de normas técnicas que los proteja de alteraciones nocivas en el proceso biológico y evite trastornos o alteraciones en su aprovechamiento, uso o explotación.

Entre los desechos sólidos y semisólidos que más contaminan a los suelos, se hallan los desperdicios industriales y las basuras.

### 7.3.1 Desperdicios industriales.

Los desechos de tipo industrial son de naturaleza

tan variada que no se pueden tipificar y solamente con estudios específicos podría indicarse el proceso requerido antes de su vertido o almacenaje en suelos.

En el manejo de desechos industriales debe considerarse entre otros aspectos, pero de manera muy especial, el cuidado de no contaminar los acuíferos subterráneos ni que por escurrimientos superficiales se altere la calidad de los cuerpos de agua receptores.

Los estragos que se origina a la ecología pueden ser de tipo irreversible y muy peligrosos para la salud como lo demuestran tantas y tan frecuentes noticias que se publican en los diarios.

### 7.3.2 Basuras.

Los residuos sólidos municipales son de composición variada, estimándose que lo constituyen un 20 por ciento de desperdicios comestibles domésticos y comerciales; 50 por ciento de basura casera propiamente dicha; 10 por ciento de cenizas y tierra; y 20 por ciento de desechos de calle entremezclados.

La composición cambia de una población a otra dependiendo de sus costumbres, clima y economía.

La basura doméstica está compuesta a su vez de residuos de alimentos; papel; metales; vidrio; plásticos; y productos de limpieza de jardines. El contenido orgánico puede estimarse entre un 70 a 90 por ciento.

El manejo y disposición de la basura es un problema social cuya solución debe ser objeto de un cuidadoso estudio que logre cubrir todos los detalles por insignificantes que parezcan, a fin de evitar un peligro latente para la salud. El problema de las basuras en cualquier población tiene tres aspectos fundamentales: recolección; transporte; y eliminación. Uno de los factores de más significación para determinar la frecuencia de recolección, es el relativo a la reproducción de la mosca; el tiempo mínimo requerido para que la mosca se desarrolle de huevo a larva (antes de pasar a pupa), es de 4 a 5 días.

Como la basura contiene mucho material rescatable, es aconsejable que previo a su destino final, se logre el aprovechamiento de ese material; en tal caso debe considerarse una zona de almacenaje general para selección y rescate. Muchas veces esto induce al uso de recolección y transporte específicos a esta actividad.

En cuanto al destino final, es frecuente como solu

ción sanitaria, el uso del método denominado relleno sanitario que tantas ventajas representa si está correctamente diseñado. Ultimamente se asocia con procesos de tratamiento que reducen la parte orgánica de la basura a mejoradores de suelo (composta) con bajos contenidos de fertilizantes en general, con la ventaja adicional en algunos casos, de obtener como subproducto gas combustible.

#### 7.4 CONTAMINACION POR RUIDO

El sentido del oído tiene una gran amplitud entre los límites de percepción; se pueden escuchar sonidos con valores apenas de 15 Hertz(a), hasta tan altos como de 2000 Hz. Como una idea de valores de frecuencia, está el producido por el do central de un piano con 261 Hz. y una longitud de onda de 1.22 m; el fa agudo de una soprano con 1408 Hz. y una longitud de onda de 23.8 cm. mientras que el re de una cantante de ópera de registro bajo con 74 Hz. y una longitud de onda de 4.60 m.

Todo sonido indeseable se clasifica como ruido; de esta manera, para distintas personas y dentro de ciertos límites, la música puede ser aceptada agradablemente o rechazada como molesta, catalogada en este último caso como ruido.

El sonido es producido por una fluctuación de la presión en el aire; para medir su intensidad, se referencia a un patrón, resultando una escala que se mide en decibeles (dB).

El decibel es la unidad que expresa la relación entre las potencias de un sonido determinado y un sonido de referencia en escala logarítmica. Relacionado con el bel, éste tiene 10 veces la potencia de un dB. Un dB es igual a 0.000204 dina/cm<sup>2</sup> y equivale a 10 veces el logaritmo base diez, del cociente de la fluctuación en la presión de un sonido, entre la presión de referencia de otro:

$$dB = 10 \log \left( \frac{P_1}{P_0} \right)$$

P<sub>1</sub> = fluctuación en la presión

P<sub>0</sub> = presión de referencia

(a) La intensidad de frecuencia es el Hertz, abreviado Hz.; a su vez frecuencia es el número de ciclos o vibraciones por unidad de tiempo (segundo) de un tono puro.

La presión de referencia es de 20 micropascales

$$1 \text{ pascal} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 0.1/\text{dina/cm}^2$$

$$N = \text{Newton}$$

Las mediciones de ruido se hacen con un aparato denominado decibelímetro que consiste en un micrófono para analizar las presiones de grupos de frecuencia dispuestas en tres escalas. La escala A es la que más se aproxima a la que percibe el oído humano, abarca de 400 a 12000 Hz. La escala B cubre de 124 a 12000 Hz. pero registra mejor o es más sensible a las frecuencias altas. La C cubre de 15 a 10000 Hz. Para diferenciar la escala empleada, ésta se indica entre paréntesis junto a la abreviatura de decibel: dB (A) por ejemplo.

En cuanto a las fuentes artificiales de contaminación ambiental por ruido, se consideran ser de dos tipos: fijas y móviles. Dentro de las primeras se hallan fábricas, talleres, comercios, termoeléctricas, refinerías, plantas químicas y similares, así como clubes cinegéticos y polígonos de tiro; las segundas comprenden aviones, helicópteros, embarcaciones, ferrocarriles, tranvías, camiones, automóviles, motocicletas, tractores y otras semejantes.

El ruido como alterador del ambiente, debe considerarse tanto en intensidad como en duración o exposición al mismo. El Reglamento para Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruidos (Diario Oficial, 2 de enero de 1976), indica en su artículo 14

"Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental por ruidos, se establece como nivel máximo permitido para la emisión de este contaminante proveniente de fuentes fijas, el valor de 68 dB (A) entre las seis y las veintidos horas del día y de 65dB (A) entre las veintidos y las seis horas.

Estos serán los valores medios, medidos en forma continua durante un lapso no menor de 15 minutos en el perímetro del predio, utilizando un decibelímetro normalizado, calibrado y en integración, lenta, autorizado por la Secretaría de Industria y Comercio..."

Cabe recordar que los valores indicados en el artículo antes mencionado de 65 dB (A) en la noche y 68 dB (A) en el día, están dados en escala logarítmica por lo que la dife

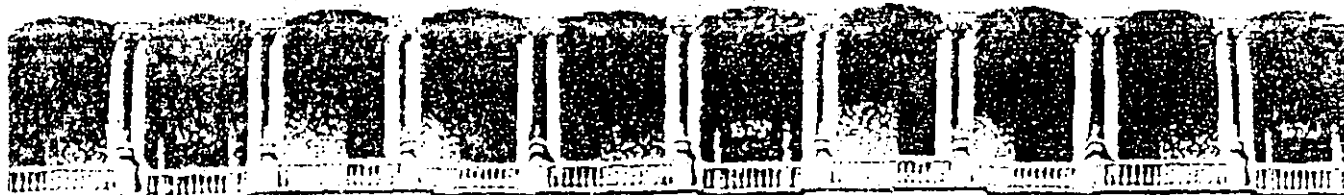
007



rencia de solo 3 dB (A), es ya notable. Para tener una idea en relación a estas cifras, considérese que:

- a) a 1.60 m. de distancia, un suave murmullo tiene 30 dB (A)
- b) Un radio que funciona cerca, 110 dB (A)
- c) Un turborreactor (jet) en despegue, 160 dB (A)
- d) los oídos comienzan a molestar con 120 dB (A) y a doler con 140 dB (A).

24



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS**

**Del 31 de agosto al 11 de septiembre 92**

**AFECTACIONES A LA FLORA Y FAUNA**

**BIOLOGO: JAIME J. SAAVEDRA SOLA**

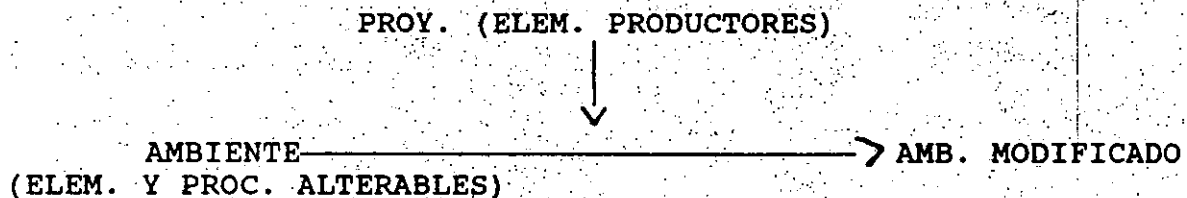
**AGOSTO-SEPTIEMBRE 1992**

ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL A LOS DIVERSOS  
COMPONENTES DEL MEDIO

JAIME J. SAAVEDRA SOLA

El análisis del impacto ambiental a los diversos componentes del medio en las evaluaciones de impacto ambiental, bien sea que éstas se lleven a cabo para la localización óptima, prefijada o elegida de un proyecto, deben de partir del conocimiento y análisis detallado del mismo y del ambiente en donde se pretenda llevar a cabo, tomando en cuenta la característica descriptiva (inventario) y sistémica de este último (ver fig. 1)

Del análisis del proyecto surge la identificación de las actividades-acciones, que potencialmente pueden producir un impacto al ambiente. Es conveniente que se haga énfasis en los requerimientos y transformación de la materia-energía en los procesos y la capacidad de producción. En el análisis del medio se deben identificar los elementos y procesos que potencialmente sean alterables, enfocando principalmente la atención en aquellas variables ambientales que tengan una fuerte relación con el tipo de proyecto a evaluar.



Como elementos para la caracterización de un proyecto se pueden considerar los siguientes aspectos:

- Objetivos del proyecto
- Importancia del proyecto: regional, nacional o internacional
- Estudio técnico: localización, materias primas, tecnología, productos intermedios y finales, residuos, mano de obra, proyectos asociados, fases del proyecto, tiempos-costos de ejecución y alternativas.

Entre los factores básicos que señalan el nivel de detalle en una E.I.A. para un proyecto, se pueden citar los siguientes: cantidad y calidad de los impactos al ambiente, amplitud y calidad de la zona de influencia y utilización de los recursos ambientales.

A partir del conocimiento descriptivo y sistémico del medio y de las características del proyecto, se procede (siendo una etapa crítica en la E.I.A.) a la identificación de los elementos del medio potencialmente impactados (en la tabla 12 se pueden observar algunas actividades productivas y sus impactos potenciales).

La identificación de los impactos potenciales se puede llevar a cabo de manera previa o posterior a la caracterización del estadio cero (basal). Si se efectúa antes de podrá reducir el número de factores o elementos del inventario, restringiéndose a aquellos que potencialmente (por el tipo de proyecto) sean más susceptibles de sufrir impactos; en el caso de que se lleve a cabo después de la caracterización del estadio cero, el análisis de los impactos potenciales puede ser de carácter más sistémico.

A los impactos ambientales se les pueden asignar diversas categorías-tipologías como son: (Canter, L. 1977)

#### CATEGORIAS DE IMPACTOS AMBIENTALES (CANTER, L. 1977)\*

1. Beneficios o adversos
2. Reversibles o irreversibles
3. Reparables o irreparables
4. Corto, mediano o largo plazo
5. Temporales o continuos
6. Fase de preparación del sitio, construcción y/u operación
7. Local, regional, nacional o global
8. Extraordinario-riesgo
9. Directos o indirectos
10. Sumatorios o sinérgicos

Las técnicas para la identificación de los impactos, se basan generalmente en el uso de matrices de interacción y listas de chequeo, las cuales se integran con la información de fuentes, tales como:

- Textos generales que tengan que ver con proyectos/ambientes similares

\* modificado.

- Estudios de caso de E.I.A.
- Comentarios con expertos
- Pláticas con la(s) población(es) del area de influencia

La inclusión de un determinado impacto en esta etapa de identificación respondera al análisis interdisciplinario de la información recopilada, en donde tendran que estimarse ciertos criterios de importancia como son: probabilidad de acontecimiento, población afectada, duración, magnitud, reversibilidad, reparabilidad, ~~costo~~, costo económico, etc.

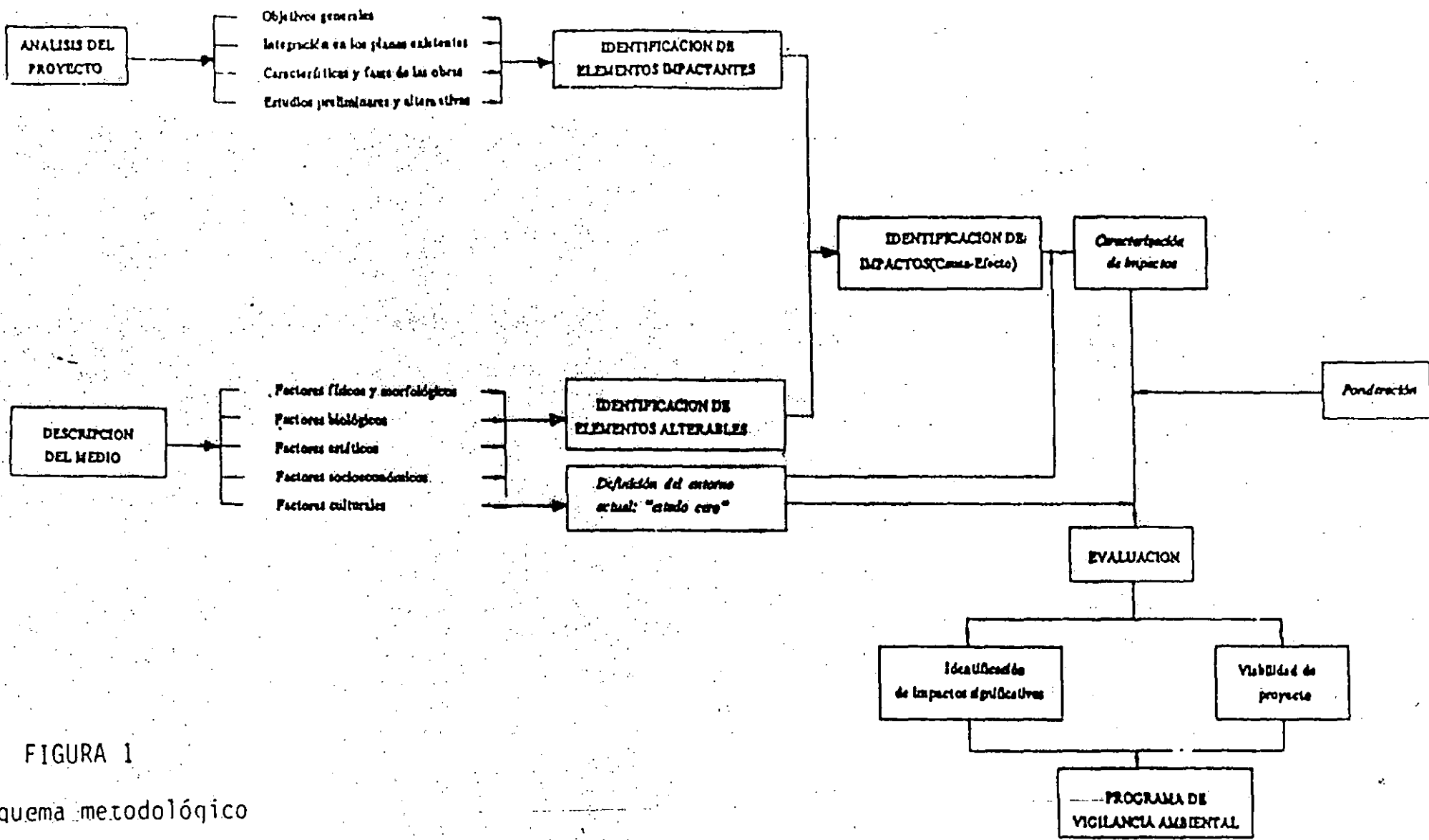


FIGURA 1

esquema metodológico

**TABLA 12**

**ALGUNAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y SUS  
IMPACTOS POTENCIALES**

Rama económica	Daños al ambiente y a la salud
Agricultura	Contaminación del agua y del aire por uso de plaguicidas y arrastre de fertilizantes, problemas en el manejo de los desechos de cosechas, accidentes de trabajo por el manejo de maquinaria agrícola, contaminación de alimentos con riego de aguas negras y rociado con plaguicidas.
Industria	Contaminación de agua, aire y suelo por los desechos líquidos, gaseosos y sólidos originados en el proceso industrial. Problemas de salud y accidentes del trabajador.
Minas y petróleo	Contaminación de agua, aire y suelo durante las etapas de explotación, transporte y refinación. Problemas de salud y accidentes del trabajador.
Embalses de agua	Alteraciones en el flujo de agua y en su calidad. Inundación de áreas cultivadas. Desplazamiento de poblaciones. Desarrollo de algunos vectores de enfermedad.
Silvicultura	Problema de erosión de suelos y la alteración de la calidad y flujo de las corrientes de aguas. Alteración en el clima.
Transporte	Contaminación del aire, producción de ruido, accidentes de tránsito.
Urbanización	Producción de residuos líquidos y sólidos, contaminando el agua, el aire y el suelo. Demanda de servicios que pueden aumentar otros problemas ambientales (accidentes, ruido, estética, etc.). Alteraciones en el microclima.
Termoeléctrica	Contaminación de agua, aire y suelo por el uso de combustibles.
Carreteras	Erosión de suelos, alteraciones en el flujo de corrientes de agua y aspectos estéticos.

laboratorios fijos o móviles con todos los elementos para efectuar los análisis solicitados.

Rigurosamente con esta actividad se terminaría la fase de evaluación puesto que la tabla de resultados de los análisis físicos, químicos, biológicos y microscópicos realizados, podrán compararse con los aceptables para el uso a que se destina esa agua y con ello, definir la forma de eliminar o disminuir los parámetros que se consideran en demasía.

Pero falta algo muy importante que no debe descuidarse; se trata por un lado, de definir la causa que origina esa situación y por otro, conocer la etapa en que se desarrollan esos fenómenos por efecto de la contaminación en cuanto a que si pudieran incrementarse o tenderían a desaparecer.

Lo primero llevaría a evitar o controlar la acción que provoca disturbios; implica que desde la planeación del estudio, se efectúe la investigación correspondiente cubriendo una área que en forma extrema es la misma cuenca de captación. Lo segundo también resulta de la comparación de los datos que arrojan las diferentes estaciones de muestreo.

7.1.3. Disturbios ecológicos en aguas contaminadas

Los efectos que origina una descarga contaminante en un río, son con ligeras modificaciones dadas sus características, los mismos que suceden en un lago; solamente que se reflejan mejor en una corriente, por intervenir directamente como función de la longitud recorrida por el agua o del tiempo transcurrido desde el origen de la contaminación. Al explicarse estos disturbios, también se explica lo que es el proceso natural de autodepuración de las aguas; fenómeno mediante el cual se resguarda la calidad natural y que es aprovechada bajo procesos acelerados en las plantas para el tratamiento de aguas negras o desechos industriales.

Es típico de los lagos y no de los ríos el fenómeno de eutroficación que consiste en una sobreproducción de plantas acuáticas, principalmente del fitoplancton, que origina serios cambios físicos, químicos y biológicos en el agua, como consecuencia de adicionar nutrientes tales como fosfatos y nitratos, entre los desechos contaminantes.

La aparición en ciertos lagos y presas del lirio acuático en forma exuberante no es desconocido, así como

ANÁLISIS DEL MEDIO AMBIENTE (ENTORNO AMBIENTAL)

JAIME JOSE SAAVEDRA SOLA

MEDIO BIOTICO

COMO UNA DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES EN EL PROCESO DE EVALUACION

guamente se seguía la práctica tan criticable actualmente de verter los efluentes directamente sin tratamiento a las corrientes.

Lo que ocurre es que se ha roto el equilibrio ecológico que gobierna esos fenómenos. Intervienen en esto dos grandes y primordiales factores: 1) el rápido incremento poblacional mundial que ha llevado a un número de habitantes considerado como alarmante; y 2) el volumen disponible de agua directamente utilizable en procesos vitales, sumamente reducido en relación a la totalidad del agua en el planeta.

7.1.2. Evaluación de la contaminación

A fin de conocer el estado que guarda el agua respecto a su calidad, se hace uso de ciertos parámetros característicos que rigurosamente pudieran llegar a ser del orden de cientos, sin embargo, no todos son comunes y se reducen para los casos prácticos, a solo unos 15, entre los que se halla OD, DBO, DCO, pH, temperatura, turbiedad, C.E., MP coliforme, plancton, además de los que pudieran servir en particular, y según los objetivos del estudio como: detergentes, metales pesados y sustancias tóxicas. Por ejemplo, si el agua que se investiga sostiene una vastería agrícola, será diferente a la que explota producción de peces y también será distinta a la destinada para recreación; de todas maneras, subsisten parámetros comunes que son precisamente los mínimos a que se ha hecho referencia.

El tipo y forma de análisis a que se someten las muestras, dependen de la magnitud del proyecto, recursos económicos y algo que siempre se escarima: el tiempo disponible.

Es deseable que la investigación se proyecte a tiempos que lleguen a cubrir la intervención de los fenómenos naturales como lluvias, días soleados, cambios de temperatura, ambiente, vientos, etc; lo que en muchos casos se logra en apenas un año completo. Peor será cuando se incluyen ciclos vitales del plancton, peces y crustáceos.

El número y frecuencia de los muestreos debe ser objeto de estudios minuciosos que finalmente definan el plan a seguir durante la etapa de investigación, ya que de esta información se derivarán los resultados y medidas correctivas a emplear. Es aquí donde debe considerarse el aspecto económico porque implica muchas veces el uso de equipo especializado, personal competente y experimentado así como

DESDE NAPAS E/IMÁGENES DE SATELITE HASTA



PUBLICACIONES ESPECIALIZADAS , ENTRE LAS PRINCIPALES PROBLEMATICAS CON EL MANEJO DE LA INFORMACION , DESTACAN LA FALTA DE ACTUALIDAD DE LOS MISMOS Y EL HECHO DE QUE EN ALGUNOS CASOS NO CONCUERDAN LAS DIFERENTES FUENTES REVISADAS.

ENTRE LAS VARIABLES DEL MEDIO BIOTICO QUE DEBEN DE TOMARSE EN CUENTA PARA EL ESTUDIO Y ANALISIS DEL ECOSISTEMA QUE DE LUGAR A LA IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS POSIBLES IMPACTOS QUE PODRIAN GENERARSE EN EL MEDIO, DESTACAN LAS SIGUIENTES :

-FLORA

.COMPOSICION FLORISTICA

.FISONOMIA

.ABUNDANCIA

.DIVERSIDAD DE ESPECIES

.ESPECIES ENDEMICAS

.ESPECIES RARAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCION

.ESPECIES DOMINANTES

.PRODUCTIVIDAD

.ESTADIO DE DESARROLLO

.GRADO DE PERTURBACION

-FAUNA

.COMPOSICION FAUNISTICA

.ESPECIES DOMINANTES

.ABUNDANCIA

.DIVERSIDAD

.ESPECIES MIGRATORIAS

.ESPECIES RARAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCION

-ZONAS DE REPRODUCCION

PUBLICACIONES ESPECIALIZADAS , ENTRE LAS PRINCIPALES PROBLEMATICAS CON EL MANEJO DE LA INFORMACION , DESTACAN LA FALTA DE ACTUALIDAD DE LOS MISMOS Y EL HECHO DE QUE EN ALGUNOS CASOS NO CONCUERDAN LAS DIFERENTES FUENTES REVISADAS.

ENTRE LAS VARIABLES DEL MEDIO BIOTICO QUE DEBEN DE TOMARSE EN CUENTA PARA EL ESTUDIO Y ANALISIS DEL ECOSISTEMA QUE DE LUGAR A LA IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS POSIBLES IMPACTOS QUE PODRIAN GENERARSE EN EL MEDIO, DESTACAN LAS SIGUIENTES :

-FLORA

.COMPOSICION FLORISTICA

.FISONOMIA

.ABUNDANCIA

.DIVERSIDAD DE ESPECIES

.ESPECIES ENDEMICAS

.ESPECIES RARAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCION

.ESPECIES DOMINANTES

.PRODUCTIVIDAD

.ESTADIO DE DESARROLLO

.GRADO DE PERTURBACION

-FAUNA

.COMPOSICION FAUNISTICA

.ESPECIES DOMINANTES

.ABUNDANCIA

.DIVERSIDAD

.ESPECIES MIGRATORIAS

.ESPECIES RARAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCION

-ZONAS DE REPRODUCCION

. INGRESOS

. ELEMENTOS SOCIOCULTURALES.

## IMPACTOS SOBRE LA BIOCENOSIS

### FAUNA

- Eliminación o Reducción de spp.
- Desplazamientos de individuos, spp o pobla.
- Eliminación o reducción de spp. Raras o en Pel. Ext.
- Perdida o alteración de poblaciones
- Invasión de nuevas spp. animales
- Proliferación de spp. en número excesivo
- Alteración de la Diversidad
- Introducción de spp. exóticas
- Proliferación de insectos, roedores o aves
- Cambios en la composición y No. de spp. acuáticas
- Eliminación o alteración de hábitats terrestres.
- Eliminación o alteración de hábitats acuaticos o Z.H.
- Muerte por atropello
- Aislamiento de animales de ambito territorial peq.
- Concentración de spp. o individuos.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ahmad, J.Y. y Sammy, K.G. (1985). Guidelines for environmental impact assessment in developing countries. UNEP-ONU, 52 p.
2. Battelle Columbus laboratories. (1972). Environmental evaluation system for water resources planning. USA.
3. Canter, L. (1977). Environmental Impact Assessment. McGraw-Hill, N.Y. 331 p.
4. Esteban, B.T. (1980). Las evaluaciones de impacto ambiental, (CIFCA) Madrid, España. 100 p.
5. Rau, J.G. y Wooten, \*D.C. (1986) Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw Hill.

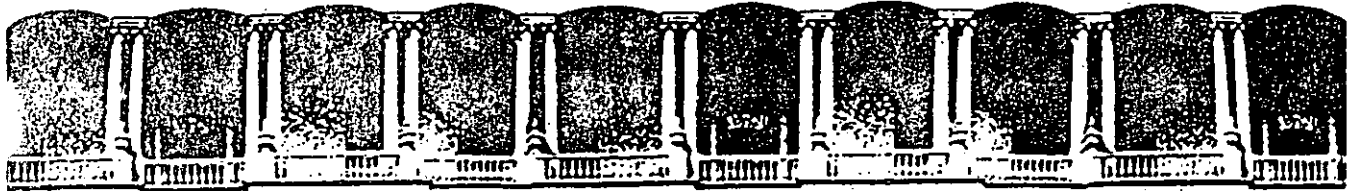
## IMPACTOS SOBRE LA BIOCENOSIS

### FLORA

- Eliminación de cubierta vegetal
- Reducción de la cubierta vegetal
- Cambios en la cubierta vegetal
- Aumento del riesgo de incendios
- Proliferación de especies exóticas o invasoras
- Pérdida de spp. naturales
- Dificultad para la regeneración
- Disminución de la estabilidad
- Disminución de la producción
- Pérdida de diversidad de spp
- Incremento del efecto borde

### PROCESOS ECOLOGICOS

- Alteración de las cadenas alimentarias
- Alteración de los ciclos de reproducción
- Alteración o ruptura de vías migratorias
- Alteración en el comportamiento migratorio
- Alteración o destrucción de pautas de compartamiento
- Perturbación (luces nocturnas, circulación extraordinaria, etc)



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS**

**Del 31 de agosto al 11 de septiembre 92**

**METODOS DE EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**BIOL. JAIME J. SAAVEDRA SOLA**

**AGOSTO-SEPTIEMBRE 1992**

METODOLOGIAS DE IDENTIFICACION Y EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL  
JAIME JOSE SAAVEDRA SOLA.

LAS METODOLOGIAS DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL SON HERRAMIENTAS QUE AYUDAN A LA IDENTIFICACION, MEDIDA, INTERPRETACION Y/O COMUNICACION DE LOS DIFERENTES IMPACTOS AMBIENTALES QUE SE ASOCIAN A UN PROYECTO O ACTIVIDAD QUE SE VAYA A REALIZAR EN UN CIERTO ESPACIO-TIEMPO. SU IMPLEMENTACION TIENE COMO FINALIDAD PRINCIPAL LA PREVISION DE LAS POSIBLES AFECTACIONES NEGATIVAS QUE PUEDAN SURGIR EN LAS DISTINTAS FASES DE UN PROYECTO Y LA EVALUACION DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DEL MISMO.

ENTRE LAS METODOLOGIAS QUE MAS COMUNMENTE SE UTILIZAN EN ESTA FASE DEL PROCESO DE E.I.A.. SE PUEDEN SEÑALAR LAS LISTAS DE CHEQUEO, MATRICES Y REDES; ESTAS METODOLOGIAS DEBEN DE CONSIDERAR CUATRO ASPECTOS BASICOS:

- QUE SE INCLUYAN TODOS LOS FACTORES "CLAVE" DEL AMBIENTE Y DEL PROYECTO O ACTIVIDAD EN CUESTION.
- QUE SIRVAN COMO GUIAS PARA LA BUSQUEDA-GENERACION DE INFORMACION BASICA DEL AMBIENTE Y DEL PROYECTO.
- QUE PUEDAN SERVIR PARA LA EVALUACION DE ALTERNATIVAS SOBRE UNA BASE COMUN.
- QUE SE PUEDAN UTILIZAR EN LA EVALUACION DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION EN TERMINOS DE COSTO-EFECTIVIDAD DE LOS DIVERSOS IMPACTOS NEGATIVOS DETECTADOS.



≈

LISTAS DE CHEQUEO.- SE PUEDEN UTILIZAR LISTADOS DE LOS FACTORES AMBIENTALES LOCALES QUE PUEDAN SER AFECTADOS POR EL PROYECTO, LOS CUALES POR MEDIO DE UN SIGNO CONVENCIONAL SE PUEDEN RESALTAR; OTRO TIPO DE LISTA PUEDE INCLUIR UN CUESTIONARIO EL CUAL SE LLENA CON LAS RESPUESTAS DE LA POBLACION ADYACENTE, Y UNA VARIANTE MAS DE LISTA PUEDE SER DE TIPO DESCRIPTIVO, INCLUYENDO LISTADOS DE FACTORES AMBIENTALES CON INFORMACION RELATIVA A LA EVALUACION, MEDIDA Y PREDICCION DE LOS IMPACTOS.

MATRICES DE INTERACCION.- ESTE TIPO DE MATRICES MUESTRA GENERALMENTE EN UN EJE HORIZONTAL, LAS ACTIVIDADES-ACCIONES DEL PROYECTO Y EN UN EJE VERTICAL LOS FACTORES AMBIENTALES IMPLICADOS EN LA EVALUACION. LA MATRIZ SE UTILIZA PARA IDENTIFICAR IMPACTOS AL OBSERVARSE DE MANERA SISTEMATICA, LAS INTERACCIONES ENTRE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO - ELEMENTOS DEL MEDIO; SI SE INFIERE QUE ALGUNA ACTIVIDAD EN PARTICULAR VA A AFECTAR A ALGUN(OS) COMPONENTE(S) DEL AMBIENTE ENLISTADO, SE COLOCA UNA MARCA EN EL RESPECTIVO CUADRO DE INTERSECCION CON LA CUAL SE VA A IDENTIFICAR AL IMPACTO.

DESPUES DE LA IDENTIFICACION DEL IMPACTO (SE PUEDE USAR UNA LINEA DIAGONAL EN EL CUADRO CORRESPONDIENTE), SE PUEDE DESCRIBIR LA INTERACCION EN TERMINOS DE MAGNITUD E IMPORTANCIA, ENTENDIENDOSE LA PRIMERA EN UN SENTIDO DE EXTENCION O ESCALA Y LA SEGUNDA EN TERMINOS DEL EFECTO (ECOLOGICO) EN LOS ELEMENTOS DEL MEDIO.

ESTE TIPO DE MATRICES PUEDE AYUDAR EN LA IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS EN LAS DIVERSAS FASES DEL PROYECTO (PREPARACION DEL SITIO,

CONSTRUCCION, OPERACION, ETC.). LA MATRIZ PRODUCIDA FINALMENTE PUEDE CONTENER A MANERA DE RESUMEN A LOS DIFERENTES IMPACTOS IDENTIFICADOS, Y A ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS-CATEGORIAS NOMINALES TALES COMO IMPACTOS : BENEFICOS O ADVERSOS; REVERSIBLES O IRREVERSIBLES; REPARABLES O IRREPARABLES; DE CORTO, MEDIANO O LARGO PLAZO; TEMPORALES O CONTINUOS; LOCALES, REGIONALES O GLOBALES; DIRECTOS O INDIRECTOS; SUMATORIOS, SINERGISTICOS O ANTAGONICOS, ETC.. ESTOS JUICIOS DE VALOR O CARACTERISTICAS SE DEBEN ESTABLECER CON EL TRABAJO DE UN EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO EN INTERDISCIPLINA.

REDES.- SE CONSIDERAN COMO VARIANTES DE LAS MATRICES DE INTERACCION ANTERIORMENTE SEÑALADAS, MEDIANTE ESTAS SE INTENTA INTEGRAR LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS IMPACTOS, AL IDENTIFICAR Y MANEJAR INTERRELACIONES ENTRE ACCIONES CAUSALES Y FACTORES DEL AMBIENTE ALTERADOS.

LOS ANALISIS POR MEDIO DE REDES EN LAS E.I.A.. SON PARTICULARMENTE UTILES PARA IDENTIFICAR IMPACTOS SECUNDARIOS, TERCARIOS Y DE ORDEN SUPERIOR QUE PUEDEN SURGIR A PARTIR DE UN IMPACTO INICIAL.

PARA INTENTAR HACER UNA EVALUACION LO MAS OBJETIVA POSIBLE ES NECESARIO CONSIDERAR :

1.- EL ESTUDIO DETALLADO DE LAS CARACTERISTICAS DEL MEDIO Y SU EQUILIBRIO DINAMICO ANTES DE LA PRESION EJERCIDA POR EL PROYECTO (ESTADIO CERO).

2.- EL ESTUDIO DE LA EVOLUCION DE LAS CARACTERISTICAS AMBIENTALES

CON LA SUPUESTA IMPLIMENTACION DEL PROYECTO .

I.- EL ESTUDIO DEL "EVENTUAL" EQUILIBRIO TRAS LA OPERACION DEL PROYECTO.

Table 31: An example checklist  
2 (From: US Department of Housing and Urban Development, 1975)

PHYSICAL

1. Geology

- 1.1 Unique Features
- 1.2 Mineral Resources
- 1.3 Slope Stability/Rockfall
- 1.4 Depth to Impermeable Layers
- 1.5 Subsidence
- 1.6 Consolidation
- 1.7 Weathering/Chemical Release
- 1.8 Tectonic Activity/Vulcanism

2. Soils

- 2.1 Slope Stability
- 2.2 Foundation Support
- 2.3 Shrink-Swell
- 2.4 Frost Susceptibility
- 2.5 Liquefaction
- 2.6 Erodibility
- 2.7 Permeability

3. Special Land Features

- 3.1 Sanitary Landfill
- 3.2 Wetlands
- 3.3 Coastal Zones/Shorelines
- 3.4 Mine Dumps/Spoil Areas
- 3.5 Prime Agricultural Land

4. Water

- 4.1 Hydrologic Balance
- 4.2 Ground Water
- 4.3 Ground Water Flow Direction
- 4.4 Depth to Water Table
- 4.5 Drainage/Channel Form
- 4.6 Sedimentation
- 4.7 Impoundment Leakage and Slope Failure
- 4.8 Flooding
- 4.9 Water Quality

5. Biota

- 5.1 Plant and Animal Species
- 5.2 Vegetative Community
- 5.3 Diversity
- 5.4 Productivity
- 5.5 Nutrient Cycling

6. Climate and Air

- 6.1 Macro-Climate Hazards
- 6.2 Forest and Range Fires
- 6.3 Heat Balance
- 6.4 Wind Alteration
- 6.5 Humidity and Precipitation
- 6.6 Generation and Dispersion of Contaminants
- 6.7 Shadow Effects

7. Energy

- 7.1 Energy Requirements
- 7.2 Conservation Measures
- 7.3 Environmental Significance

SOCIAL

8. Services

- 8.1 Education Facilities
- 8.2 Employment
- 8.3 Commercial Facilities
- 8.4 Health Care/Social Services
- 8.5 Liquid Waste Disposal
- 8.6 Solid Waste Disposal
- 8.7 Water Supply
- 8.8 Storm Water Drainage
- 8.9 Police
- 8.10 Fire
- 8.11 Recreation
- 8.12 Transportation
- 8.13 Cultural Facilities

9. Safety

- 9.1 Structures
- 9.2 Materials
- 9.3 Site Hazards
- 9.4 Circulation Conflicts
- 9.5 Road Safety and Design
- 9.6 Ionizing Radiation

10. Physiological Well-Being

- 10.1 Noise
- 10.2 Vibration
- 10.3 Odor
- 10.4 Light
- 10.5 Temperature
- 10.6 Disease

11. Sense of Community

- 11.1 Community and Organization
- 11.2 Homogeneity Diversity
- 11.3 Community Stability and Physical Characteristics

12. Psychological Well-Being

- 12.1 Physical Threat
- 12.2 Crowding
- 12.3 Nuisance

13. Visual Quality

- 13.1 Visual Content
- 13.2 Area and Structure Coherence
- 13.3 Apparent Access

14. Historic and Cultural Resources

- 14.1 Historic Structures
- 14.2 Archaeological Sites and Structures

## CUESTIONARIO \*

### Vectores de enfermedad

- |    |  |        |        |                |
|----|--|--------|--------|----------------|
| a) | ¿Existen problemas de salud conocidos en el área del proyecto transmitidos por especies de vectores tales como mosquitos, moscas, caracoles, etc.?                       | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| b) | ¿Estos vectores están asociados con:   |        |        |                |
|    | habitat acuático?  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | habitat boscoso?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | tierras agrícolas?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | habitat degradado?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | asentamientos humanos?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| c) | ¿El proyecto podrá:  |        |        |                |
|    | incrementar el habitat del vector?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | disminuir el habitat del vector?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | proporcionar la oportunidad de controlar vectores?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| d) | ¿La fuerza de trabajo del proyecto podría ser una posible fuente de introducción de vectores que no se encuentren actualmente en el área del proyecto?                   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| e) | ¿El mayor acceso y el incremento comercial con el área del proyecto podrán ser una posible fuente de vectores de enfermedad que actualmente no se encuentren en la zona? | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| f) | ¿Proporcionará el proyecto oportunidad para controlar vectores a través de una mejor calidad de vida?  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |

### IMPACTO ESTIMADO SOBRE VECTORES DE ENFERMEDAD

#### Salud Pública

- |    |  |        |        |                |
|----|--|--------|--------|----------------|
| a) | ¿Las enfermedades transmitidas por vectores forman una parte importante de la situación local de salud pública?  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| b) | ¿Existen clínicas u otros programas de control de enfermedades en operación o planeadas para la zona?  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| c) | ¿La decisión del proyecto provocará un aumento en la densidad o distribución de vectores de enfermedad?  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| d) | ¿La decisión del proyecto provocará que trabajadores u otras personas que entren a la zona traigan enfermedades contagiosas o transmitidas por vectores? | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| e) | ¿La decisión del proyecto, durante su fase de preparación, provocará la exposición de los trabajadores a vectores de enfermedad?                         | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |

\* Traducido y adaptado por ECO de US AID (1980).

TABLE B.3 Typical Project Checklist by Impact Area

POTENTIAL IMPACT AREA	CONSTRUCTION PHASE			OPERATING PHASE		
	Adverse effect	No effect	Beneficial effect	Adverse effect	No effect	Beneficial effect
<b>A. LAND TRANSFORMATION AND CONSTRUCTION</b>						
a. Compaction and settling						
b. Erosion						
c. Ground cover						
d. Deposition (sedimentation, precipitation)						
e. Stability (slides)						
f. Stress-strain (earthquake)						
g. Floods						
h. Waste control						
i. Drilling and blasting						
j. Operational failure						
<b>B. LAND USE</b>						
a. Open space						
b. Recreational						
c. Agricultural						
d. Residential						
e. Commercial						
f. Industrial						
<b>C. WATER RESOURCES</b>						
a. Quality						
b. Quantity						
c. Sediment						
d. Ground water						
<b>D. AIR QUALITY</b>						
a. Ozone (carbon, carbon, nitrogen)						
b. Particulate matter						
c. Chlorofluorocarbon						
d. Odors						
e. Gases						
<b>E. SERVICE SYSTEM</b>						
a. Schools						
b. Police						
c. Fire protection						
d. Water and power systems						
e. Sewerage systems						
f. Waste disposal						
<b>F. BIOLOGICAL CONDITIONS</b>						
a. Wildlife						
b. Trees, shrubs						
c. Grass						
<b>G. TRANSPORTATION SYSTEMS</b>						
a. Automobile						
b. Trucking						
c. Safety						
d. Maintenance						
<b>H. NOISE AND VIBRATION</b>						
a. On-site						
b. Off-site						
<b>I. AESTHETICS</b>						
a. Scenery						
b. Structures						
<b>J. COMMUNITY STRUCTURE</b>						
a. Relocation						
b. Mobility						
c. Services						
d. Recreation						
e. Employment						
f. Housing quality						
<b>K. OTHER (List as appropriate)</b>						

## MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL.

La elaboración de matrices de impacto ambiental es una técnica desarrollada por Leopold y cuya función es identificar los impactos que podría ocasionar la implementación de una obra o actividad.

Las técnicas de análisis son varios y esta se presenta como ejemplo a ser utilizado por el proponente: su ejecución no es obligatoria que, como se ha mencionado en el punto respectivo para la identificación de impactos en la cual se deja abierta la posibilidad de utilizar la metodología que más se apegue a las características del proyecto.

El primer paso para la elaboración de la matriz consiste en identificar las interacciones existentes, para lo cual se deberán tomar en cuenta todas las acciones necesarias para el desarrollo del proyecto, así como los factores ambientales que puedan resultar afectados para cada una de las acciones previstas.

Su formulación se lleva a cabo colocando en columnas ( forma vertical ) las actividades previstas en las diferentes etapas del proyecto y en los renglones ( forma horizontal ) las áreas que pueden sufrir efectos ambientales. Esto puede hacerse sobre un papel cuadriculado de manera que se facilite la intersección de las actividades con las áreas, e identificar en el cuadro respectivo el posible impacto ambiental.

Las alteraciones sobre el medio natural pueden ser positiva o negativas y varían en cuanto a la magnitud del mismo. Por lo tanto, en la elaboración de la matriz es importante evaluar qué impacto es más importante que otro: la evaluación de este tipo se lleva a cabo usando: técnicas numéricas en donde se aplica una escala del 1 al 10 , representando este último la magnitud mayor y el 1 la menor; así como criterios ponderativos en donde se asignan categorías como : significativo, poco significativo, considerable, etc., e incluso el desconocimiento del efecto.

Con el fin de que el proponente elabore la matriz de impacto ambiental a continuación se enlistan una serie de acciones y áreas que podrían verse afectadas, sin que ello implique que se deberán aplicar a todas las acciones mencionadas. Es importante que se elabore la misma considerando las características propias de cada proyecto, ya que incluso puede darse el caso que el presente listado no incluya efectos peculiares inherentes al proyecto en cuestión.

## COLUMNA VERTICAL

### ETAPA DE SELECCION DEL SITIO

- Prueba de suelo
- Pruebas geológicas
- Pruebas geofísicas
- Pruebas topográficas

### ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO

- Deslindes
- Desmontes
- Limpieza
- Quema
- Excavaciones/dragado
- Nivelaciones/o relleno
- Demolición
- Desecación
- Despiedre
- Uso de explosivos
- Colocación de escolleras y diques
- Obras sobre corrientes
- Campamentos provisionales
- Caminos de acceso
- Maquinaria y equipo
- Servicios
- Almacenamiento
- Fuentes provisionales
- Emisiones de humos y polvo
- Residuos sólidos
- Residuos líquidos
- Ruidos
- Recursos humanos
- Otros

### ETAPA DE CONSTRUCCION

- Infraestructura
- Servicios
- Bancos de material
- Emplazamientos industriales y de edificios
- Líneas de transmisión
- Barreras incluyendo vallados
- Canales, revestimientos de piletas y estanques
- Modificaciones al drenaje
- Cruce de corrientes
- Escolleras y diques
- Estructuras en altamar
- Túneles y estructuras subterráneas
- Estructuras industriales
- Bodega de almacenamiento
- Recursos humanos



- Operación de maquinaria y equipo
- Requerimiento de energía
- Requerimiento de agua
- Residuos sólidos
- Residuos líquidos
- Ruidos
- Emisiones de humos y polvos
- Destino final de infraestructura de apoyo
- Rehabilitación

#### ETAPA DE OPERACION

- Dragado de mantenimiento
- Mantenimiento de estructura y equipo
- Requerimiento de energía
- Requerimiento de agua
- Utilización de recursos naturales del área
- Operación de maquinaria y equipo
- Equipo de transportación
- Recursos humanos
- Desplazamientos del personal
- Infraestructura
- Servicios
- Almacenamiento
- Manejo y disposición final de residuos líquidos
- Manejo y disposición final de residuos sólidos
- Emisiones a la atmósfera
- Fallas de operación
- Fugas y derrames
- Explosiones accidentales
- Creación de zonas verdes

#### ACTIVIDADES CONSEQUENTES AL PROYECTO

- Comunicaciones y transportes
- Infraestructura
- Urbanización
- Desarrollo industrial
- Desarrollo tecnológico
- Empleo y recursos humanos
- Reforestación

## COLUMNA HORIZONTAL

## MEDIO NATURAL

### AGUA

#### SUPERFICIAL

- Alteración del lecho
- Características gravimétricas
- Flujo
- Calidad del agua

#### SUBTERRANEA

- Flujo
- Interacción con la superficie
- Calidad del agua

#### MARINAS

- Variaciones superficiales
- Variaciones en la batimetría
- Calidad del agua

### SUELO

- Características geológicas
- Características geomorfológicas
- Características topográficas
- Asentamiento y compactación
- Calidad del suelo
- Fertilidad del suelo
- Uso actual
- Uso potencial
- Área inundable

### ATMOSFERA

- Microclima
- Calidad del aire

### PAISAJE

- Cualidades estéticas
- Atractivo turístico
- Valor ecológico
- Valor histórico
- Valor cultural

## FLORA TERRESTRE

- Estrato herbáceo
- Estrato arbustivo
- Estrato arbóreo
- Asociaciones vegetales
- Especies de interés ecológico
- Especies de interés comercial

## FLORA ACUÁTICA

- Plantónica
- Bentónica
- Ribereña
- Especies de interés ecológico
- Especies de interés comercial

## FAUNA TERRESTRE

- Invertebrados
- Reptiles
- Aves ✓
- Mamíferos
- Especies de interés ecológico
- Especies de interés comercial

## FAUNA ACUÁTICA

- Zooplancton
- Invertebrados
- Peces ✓
- Anfibios
- Reptiles
- Aves
- Mamíferos
- Especies de interés ecológico
- Especies de interés comercial

## FACTORES SOCIOECONÓMICOS

- Tenencia de la tierra
- Economía regional
- Empleo y recursos humanos
- Infraestructura y servicios públicos
- Salud pública
- Educación
- Costumbres y calidad de vida

- Centros recreativos
- Áreas de interés científico, cultural o patrimonial
- Migración poblacional
- Reubicación poblacional
- Pérdida de valores culturales

ACCIONES PRODUCTORAS DE IMPACTOS	FASES PRINCIPALES	ELEMENTOS IMPACTANTES	ALTERACIONES SOBRE EL AGUA		ALTERACIONES SOBRE LA TIERRA					ALTERACIONES SOBRE LA VEGETACION			ALTERACIONES SOBRE LA FAUNA			ALTERACIONES DE LA MODIFICACION Y PASAJE		ALTERACIONES SOBRE LA ATMOSFERA		ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS									
			Temperatura	Salinidad	Disponibilidad	Temperatura	Salinidad	Erosion	Sedimentacion	Humedad relativa	Cambio de uso	Salinidad	Nivel actual	Alteracion de la temperatura relativa	Alteracion de otros factores	Aparicion de nuevas enfermedades	Alteracion de las poblaciones terrestres	Alteracion de las poblaciones acuaticas	Aparicion de nuevas especies	Alteracion de la biodiversidad y pasaje	Contaminacion	Precipitacion	Nivel de ruido	Seguridad	Empleo	Estado de saneamiento	Accesos heredados		
EMBALSE	CONSTRUCCION	TRASPORTE DE MATERIALES Y OPERACIONES RELACIONADAS CON LA CONSTRUCCION	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	FUNCIONAMIENTO	PRESA Y EMBALSAMIENTO DE AGUA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
		INFRAESTRUCTURA								<input type="checkbox"/>									<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		
		OSCILACIONES DE NIVEL		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									<input type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>				
		REGULACION DEL CAUDAL AGUAS ABAJO		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
CARGAS	OPERACIONES CON MAQUINARIA		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	MODIFICACION FISIOGRAFICA						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>						
RECONSTRUCCION DE TRAFICOS			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>		
POSIBLES ACTIVIDADES DE SANEAMIENTO	RIEGO		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	RECIBO		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	NUEVAS URBANIZACIONES		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Ejemplo de matriz sencilla elaborada para un caso particular.

J S S



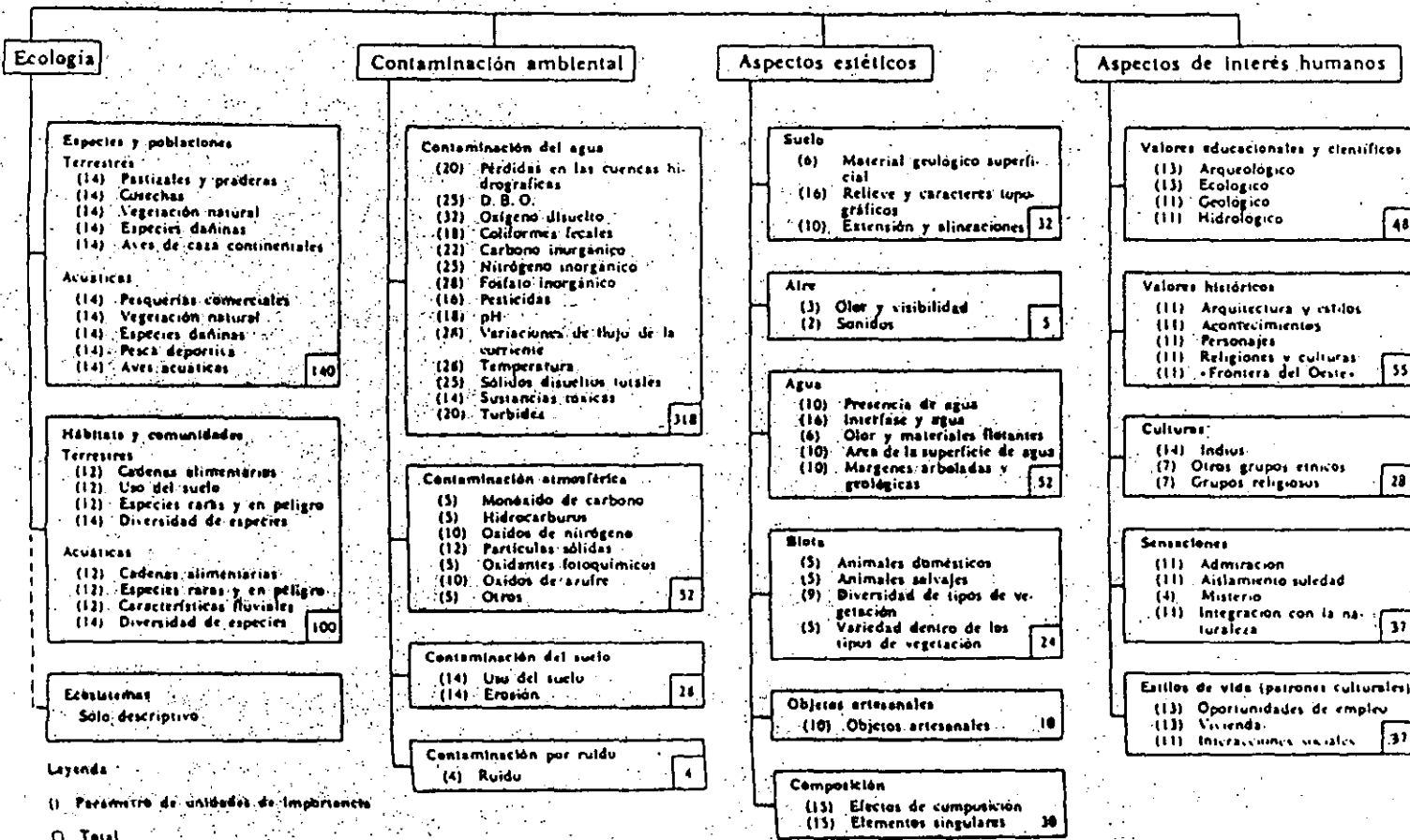








# IMPACTOS AMBIENTALES



Leyenda:  
 ( ) Parámetro de unidades de importancia  
 □ Total

Parámetros ambientales usados en el método Battelle y sus unidades de importancia.

(- Extraído de Curso sobre Evaluaciones de Impacto Ambiental, MOPU 1985)

J S S

PAPELERA (IPP)

---

04/09/90

CLAVE => PSIA-T01/88  
NOMBRE => TECNOLOGIA DEL MEDIO AMBIENTE (TECMA), S.A. DE C.V.  
DOMICILIO => SAN FRANCISCO NO. 25, PISO 2 DESPACHO 201, COL. DEL VALLE, C.P. 03100, MEXICO, D.F.

FECHA REG. => 13/04/88  
VALIDEZ =>  
TELEFONO(S) => 536-44-76; 536-94-28

---

CLAVE => PSIA-T02/88  
NOMBRE => CORPORACION INTERNACIONAL TECNOCONSULT, S.A. DE C.V.  
DOMICILIO => AV. DE LAS PALMAS No. 745 PISO 10, COL. CHAPULTEPEC, MEXICO D.F., C.P. 11010.

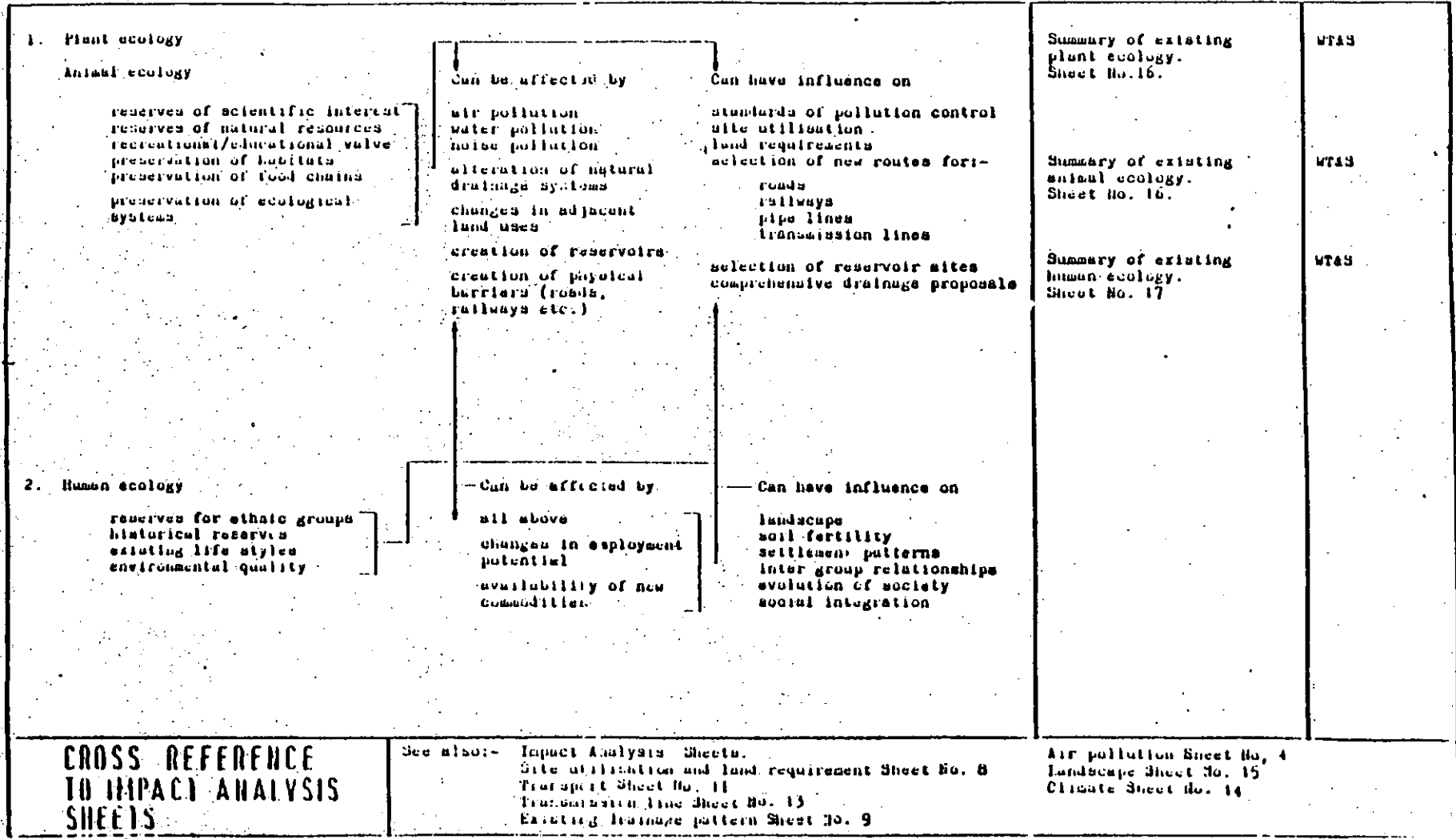
FECHA REG. => 20/06/88  
VALIDEZ =>  
TELEFONO(S) => 540-38-75, 540-07-63, 540-02-76

---

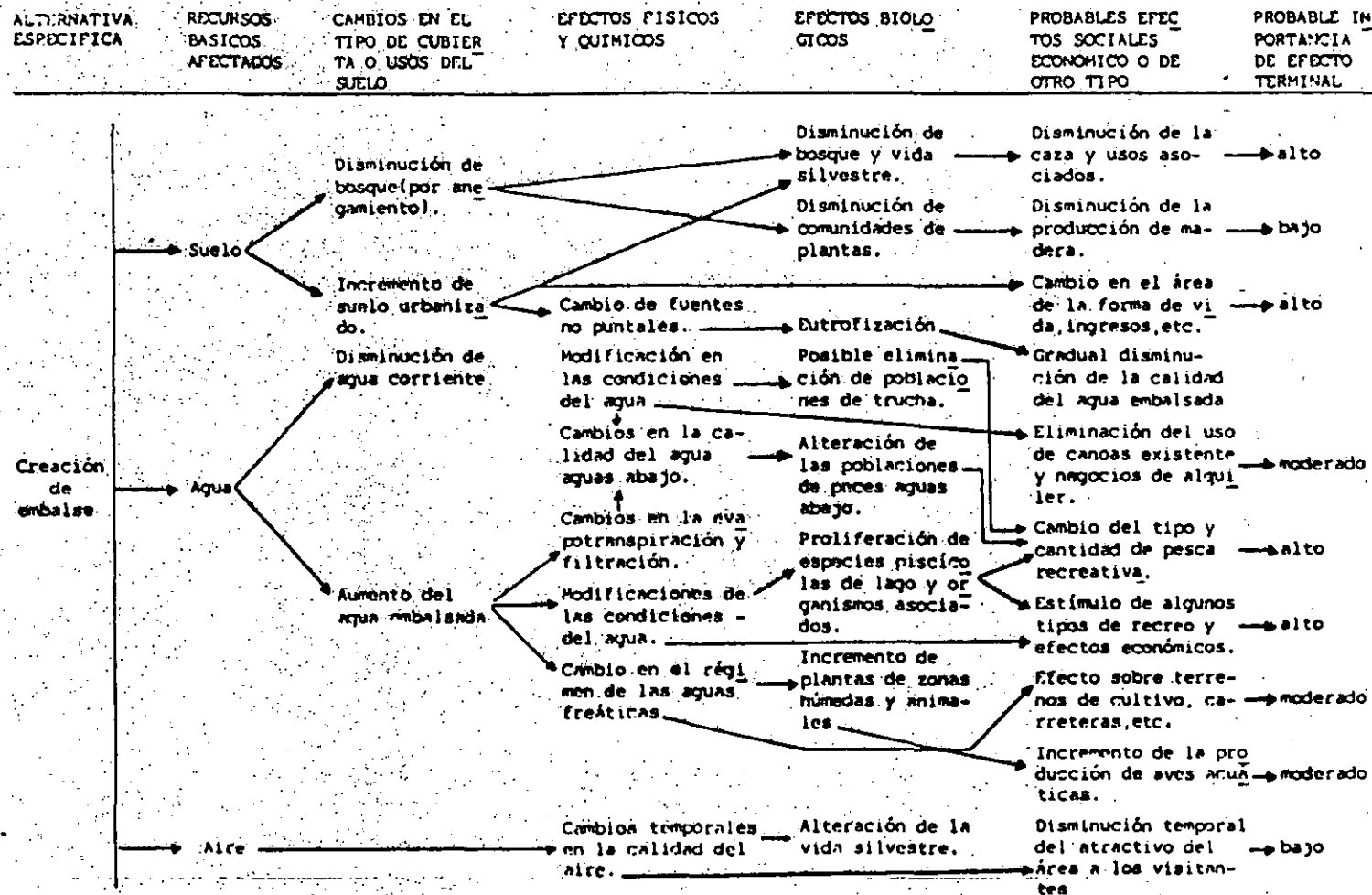
CLAVE => PSIA-V01/88  
NOMBRE => ING. HUMBERTO VIDALES ALBARRAN  
DOMICILIO => ISABEL LA CATOLICA NO. 824, COL. ALAMOS, C.P. 03400, MEXICO, D.F.

FECHA REG. => 05/04/88  
VALIDEZ =>  
TELEFONO(S) => 590-54-92

---



**Figure 30: Impact network for ecology**  
(National Electricity Board of the States of Malaya, 1979)



J. SAAVEDRA SOLA

#### BIBLIOGRAFIA

1. Ahmad, J.Y. y Sammy, K.G. (1985). Guidelines for environmental impact assessment in developing countries. UNEP-ONU, 52 p.
2. Battelle Columbus laboratories. (1972). Environmental evaluation system for water resources planning. USA.
3. Canter, L. (1977). Environmental Impact Assessment. McGraw-Hill, N.Y. 331 p.
4. Esteban, B.T. (1980). Las evaluaciones de impacto ambiental, (CIFCA) Madrid, España. 100 p.
5. Rau, J.G. y Wooten, \*D.C. (1986) Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw Hill.



II. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

MODIFICACION DEL REGIMEN	B. TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION	C. EXTRACCION DE RECURSOS	D. PROCESOS	E. ALTERACION DEL TERRITORIO
<ul style="list-style-type: none"> <li>b. Controles biológicos</li> <li>c. Modificación del habitat</li> <li>d. Alteración de la cubierta terrestre</li> <li>e. Alteración de la hidrología</li> <li>f. Alteración del drenaje</li> <li>g. Control del río y modificación del flujo</li> <li>h. Canalización</li> <li>i. Riego</li> <li>j. Modificación del clima</li> <li>k. Incendios</li> <li>l. Superficie o pavimento</li> <li>m. Ruido y vibraciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Urbanización</li> <li>b. Emplazamientos industriales y edificios</li> <li>c. Aeropuertos</li> <li>d. Autopistas y puentes</li> <li>e. Carreteras y caminos</li> <li>f. Vías férreas</li> <li>g. Cables y elevadores</li> <li>h. Líneas de transmisión, oleoductos y corredores</li> <li>i. Barreras, incluyendo vallados</li> <li>j. Dragados y refuerzo de canales</li> <li>k. Revestimiento de canales</li> <li>l. Canales</li> <li>m. Presas y embalses</li> <li>n. Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales</li> <li>o. Estructuras en alta mar (offshore) /marítimos</li> <li>p. Estructuras de recreo</li> <li>q. Voladuras y perforaciones</li> <li>r. Desmontes y rellenos</li> <li>s. Túneles y estructuras subterráneas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Voladuras y perforaciones</li> <li>b. Excavaciones superficiales</li> <li>c. Excavaciones subterráneas</li> <li>d. Perforación de pozos y transporte de fluidos</li> <li>e. Dragados</li> <li>f. Explotación forestal</li> <li>g. Pesca comercial y caza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Granjas</li> <li>b. Ganadería y pastos</li> <li>c. Piensos</li> <li>d. Industrias lácteas</li> <li>e. Generación energía eléctrica</li> <li>f. Mineralurgia</li> <li>g. Metalurgia</li> <li>h. Industria química</li> <li>i. Industrial textil</li> <li>j. Automóviles y aviones</li> <li>k. Refinerías</li> <li>l. Alimentación</li> <li>m. Serrentas (explotación de maderas)</li> <li>n. Celulosa y papel</li> <li>o. Almacenamiento de productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Control de la erosión, cultivo en terrazas o bancales</li> <li>b. Minas cerradas y vertederos controlados</li> <li>c. Minas abiertas</li> <li>d. Paisaje</li> </ul>







II. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

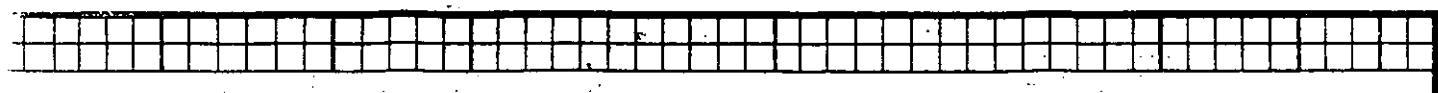
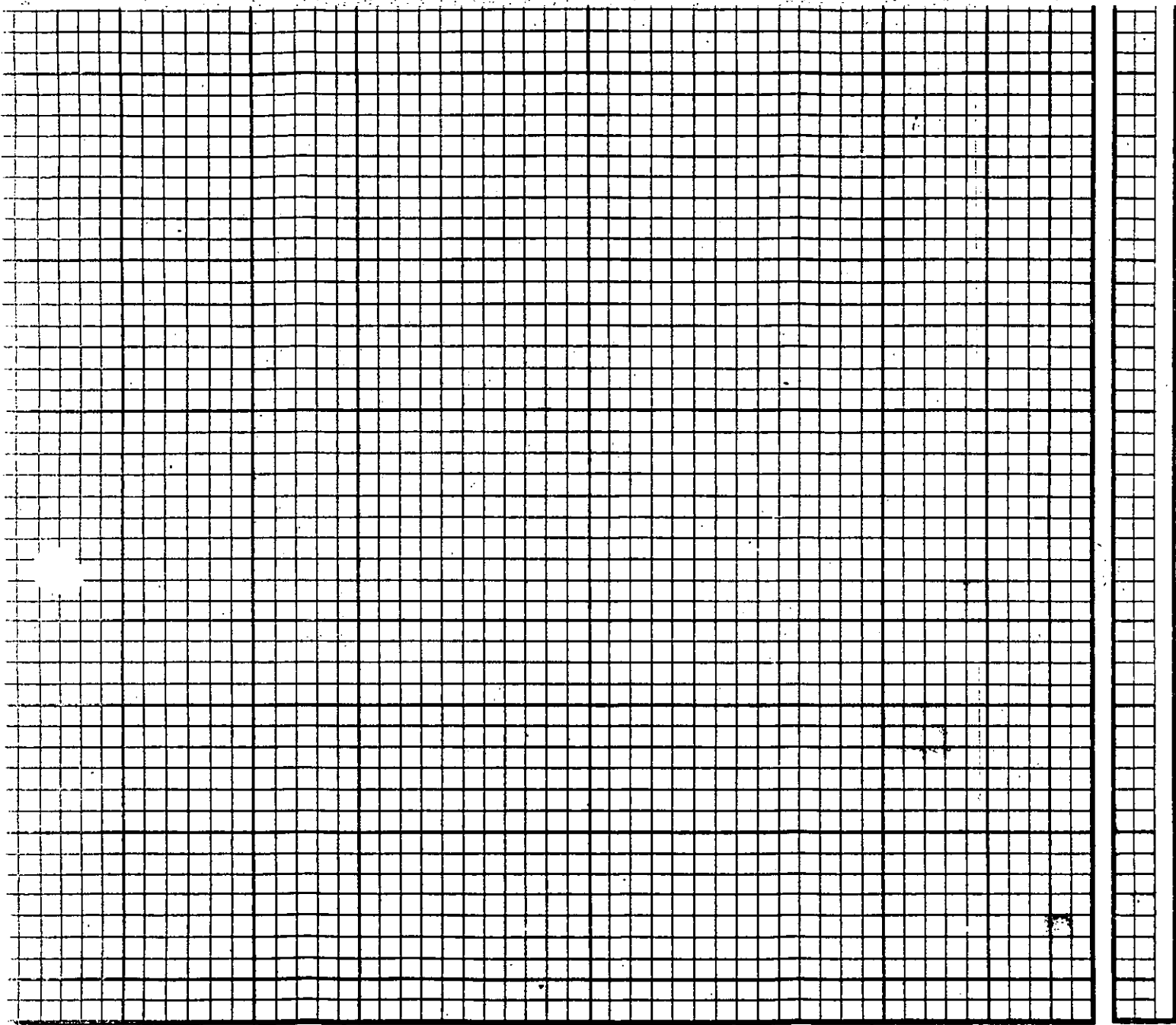
TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION	<ul style="list-style-type: none"> <li>e. Carreteras y caminos</li> <li>f. Vías férreas</li> <li>g. Cables y elevadores</li> <li>h. Líneas de transmisión, oleoductos y corredores</li> <li>i. Barreras, incluyendo vallados</li> <li>j. Dragados y refuerzo de canales</li> <li>k. Revestimiento de canales</li> <li>l. Canales</li> <li>m. Presas y embalses</li> <li>n. Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales</li> <li>o. Estructuras en alta mar (offshore) /marítimos</li> <li>p. Estructuras de recreo</li> <li>q. Voladuras y perforaciones</li> <li>r. Desmontes y rellenos</li> <li>s. Túneles y estructuras subterráneas</li> </ul>
C. EXTRACCION DE RECURSOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Voladuras y perforaciones</li> <li>b. Excavaciones superficiales</li> <li>c. Excavaciones subterráneas</li> <li>d. Perforación de pozos y transporte de fluidos</li> <li>e. Dragados</li> <li>f. Explotación forestal</li> <li>g. Pesca comercial y caza</li> </ul>
D. PROCESOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Granjas</li> <li>b. Ganadería y pastos</li> <li>c. Piensos</li> <li>d. Industrias lácteas</li> <li>e. Generación energía eléctrica</li> <li>f. Mineralurgia</li> <li>g. Metalurgia</li> <li>h. Industria química</li> <li>i. Industrial textil</li> <li>j. Automóviles y aeroplanos</li> <li>k. Refinerías</li> <li>l. Alimentación</li> <li>m. Serrerías (explotación de maderas)</li> <li>n. Celulosa y papel</li> <li>o. Almacenamiento de productos</li> </ul>
E. ALTERACION DEL TERRENO	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Control de la erosión, cultivo en terrazas o bancales</li> <li>b. Minas cerradas y vertederos controlados</li> <li>c. Minas abiertas</li> <li>d. Paisaje</li> <li>e. Dragados de puertos</li> <li>f. Aterramientos y drenajes</li> </ul>
F. RECURSOS RENOVABLES	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Repoblación forestal</li> <li>b. Gestión y control vida natural</li> <li>c. Recarga aguas subterráneas</li> <li>d. Abonos</li> <li>e. Reciclado de residuos</li> </ul>
G. CAMBIOS EN TRÁ	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ferrocarril</li> <li>b. Automóvil</li> <li>c. Camiones</li> <li>d. Barcos</li> <li>e. Aviones</li> <li>f. Tráfico fluvial</li> <li>g. Deportes náuticos</li> <li>h. Caminos</li> </ul>



FACTORES CULTURALES	2	g. Especies en peligro	
		h. Barreras	
	1. USOS DEL TERRITORIO	i. Corredores	
		a. Espacios abiertos y salvajes	
		b. Zonas húmedas	
		c. Silvicultura	
		d. Pastos	
		e. Agricultura	
		f. Zona residencial	
		g. Zona comercial	
		h. Zona industrial	
		i. Minas y canteras	
	2. RECREATIVOS	a. Caza	
		b. Pesca	
		c. Navegación	
		d. Baño	
		e. Camping	
		f. Excursión	
		g. Zonas de recreo	
	3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	a. Vistas panorámicas y paisajes	
b. Naturaleza			
c. Espacios abiertos			
d. Paisajes			
e. Agentes físicos singulares			
f. Parques y reservas			
g. Monumentos			
h. Especies o ecosistemas especiales			
i. Lugares u objetos históricos o arqueológicos			
j. Desarmonías			
4. NIVEL CULTURAL	a. Estilos de vida (patrones culturales)		
	b. Salud y seguridad		
	c. Empleo		
	d. Densidad de población		
5. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	a. Estructuras		
	b. Red de transportes		
	c. Red de servicios		
	d. Eliminación de residuos sólidos		
	e. Barreras		
	f. Corredores		
D. RELACIONES ECOLÓGICAS	a. Salinización de recursos de agua		
	b. Eutrofización		
	c. Vectores enfermedades - Insectos		
	d. Cadenas alimentarias		
	e. Salinización de materiales superficiales		
	f. Invasión de maleza		
	g. Otros		
OTROS	a.		
	b.		
EVALUACIONES			

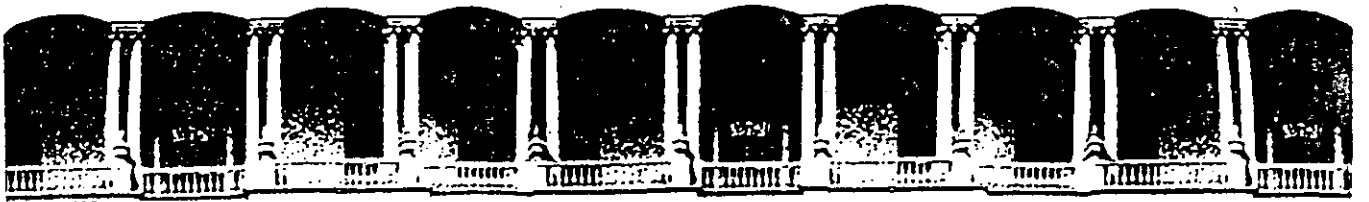
The image shows a large grid of graph paper, consisting of approximately 20 columns and 40 rows of small squares. This grid is intended for the identification and evaluation of environmental impacts.

MATRIZ DE IDENTIFICACION PARA LA EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES



ACTOS AMBIENTALES

JAIIE SAAVEDRA SOLÍS



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS**  
*Del 31 de agosto al 11 de septiembre de 1992.*

**9. METODOS DE EVALUACION**

**FISC. FRANCISCO NOVELO BURBANTES**

**AGOSTO-SEPTIEMBRE-1992**

# EVALUACION RAPIDA DE FUENTES DE CONTAMINACION DE AIRE, AGUA Y SUELO



CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD  
ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD  
Organización Mundial de la Salud



SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

---

SUBSECRETARIA DE ECOLOGIA



Los países en desarrollo, para instrumentar sus estrategias de prevención y control de la contaminación, requieren de la caracterización ambiental de sus principales centros urbano-industriales. En Latinoamérica esta caracterización suele dificultarse debido a limitantes en la información disponible y en recursos económicos para una evaluación exhaustiva por medio de muestreos y análisis sistemáticos. En ocasiones los datos obtenidos con grandes costos y esfuerzos son utilizados extemporáneamente cuando resultan inexactos o aún pierden validez.

La metodología que se expone en el documento "WHO OFFSET PUBLICATION No. 62", traducido en el presente trabajo, permite sentar las bases para un inventario completo de desechos líquidos, emisiones a la atmósfera y desechos sólidos cuando las fuentes de contaminación se encuentran operando. Otra importante aplicación de esta metodología resulta evidente cuando un centro urbano-industrial se encuentra en desarrollo ya que, sólo con datos sobre la futura población y producción industrial puede realizarse una adecuada planificación ambiental de la zona y prever los posibles efectos de la realización de los proyectos.

Por esta razón la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) de México acordó la traducción del original en inglés publicada en Ginebra y que lleva el nombre de "Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación de Aire, Agua y Suelo" bajo una edición coordinada con el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (OPS/OMS).

Para la realización de este trabajo se contó con el invaluable apoyo de la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en su primera etapa. En la presente edición participaron además recursos humanos de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental de SEDUE. Se agradece en particular el trabajo de tipografía realizado por las C.C. Florencia Flores Ramírez, Marie Isabelle Toribio Silva y a los C.C. Eduardo A. Franz Tommasi, Fermín López Mercado, José Luis Arias Mayen, José Luis Alvarado Romero y Alejandro Estrada Tovar por el trabajo de formación y composición para este documento.

Desechos sólidos de procesos industriales;

Desechos sólidos de tratamiento de efluentes líquidos; y

Desechos sólidos del tratamiento de emisiones a la atmósfera.

Los residuos que no están incluidos en estas categorías son los desechos sólidos (no tóxicos) de oficinas y de otras fuentes menores que son difíciles de identificar y de considerar separadamente, ya que normalmente tales desperdicios se recolectan conjuntamente con la basura doméstica y se incluyen en los factores de carga de los desechos sólidos municipales (ver la Sección 4.7). La minería, por otro lado, es la mayor fuente individual de residuos de procesos industriales en muchos países. Dado que este estudio no cubre las operaciones de minería, las cuales frecuentemente son más activas en las áreas rurales, los factores para tales desechos sólidos no están incluidos.

Entre las industrias enlistadas en el Cuadro 1, aquellas con mayor cantidad de desechos sólidos de procesos están enlistadas en el Cuadro 4.1 (Anexo 4) junto con los factores de carga; los residuos se caracterizan de acuerdo a su naturaleza.

Debe advertirse, sin embargo, que frecuentemente los desechos sólidos de una industria pueden usarse como materia prima en otra industria. Por ejemplo, los desperdicios de la industria de alimentos y bebidas (mataderos, plantas procesadoras de aves, enlatadoras, destiladoras de alcohol, etc.), pueden ser usados como materia prima para la producción de goma animal, alimentos para animales, etc. y, algunas veces, se usan aún como fertilizantes. Obviamente, en esas situaciones no hay problema de desechos sólidos. De este modo, siempre que sea posible en el curso del trabajo de inventario, debe obtenerse información adicional con relación a los posibles métodos de reuso o disposición de los principales residuos.

Las industrias que tratan sus propios efluentes, generalmente generan desechos sólidos, sobre todo en forma de lodos. Estos lodos son, a menudo, de naturaleza tóxica y su recolección y disposición requieren de especial atención, tarea frecuentemente descuidada por las autoridades que controlan la contaminación cuando planean medidas para el control de desechos líquidos.

En países en desarrollo, muchas industrias no tienen sistemas de tratamiento de desechos líquidos. Sin embargo, algunas industrias grandes (tales como las plantas de producción de alúmina o ácido fosfórico por proceso húmedo), fábricas con fuertes cargas de sólidos en sus efluentes líquidos, pueden estar tratando sus residuos líquidos y produciendo lodos que crean problemas considerables de disposición de desperdicios. El Cuadro 4.1 proporciona factores de de-

sechos sólidos para industrias seleccionadas e incluye factores para desechos sólidos producidos por el tratamiento de efluentes.

La lista de factores de desechos sólidos incluidos en el Cuadro 4.1 debe expandirse en la medida en que haya mayores datos disponibles sobre industrias que producen residuos sólidos a partir de operaciones del tratamiento de efluentes, ya que con el tiempo, ésta puede ayudar a la evaluación de los problemas de disposición de desperdicios esperados cuando se implementen métodos de control de desechos líquidos.

Las industrias con sistema para el control de la contaminación de aire también son fuentes potenciales de desechos sólidos. Tales sistemas son a menudo instalados y operan adecuadamente en plantas industriales grandes antes de que sean implementadas otras medidas de control de la contaminación. Factores de desechos sólidos para industrias con equipo de control de emisiones, se enlistan en el Cuadro 4.1 (Anexo 4), permitiendo la evaluación de la cantidad de desechos sólidos en función de los sistemas de control usados. El tipo de sistema de control deberá documentarse generalmente como parte de los resultados del inventario de contaminación de aire.

Existen dos tipos de sistemas de control de la contaminación del aire: (1) aquéllos que operan sin agua (ciclones secos, filtros de bolsa, precipitadores electrostáticos, etc.) y generan directamente desechos sólidos en forma seca; y (2) aquéllos que usan agua (lavadores, torres de aspersión, etc.) y generan desechos líquidos. En el segundo caso, las cargas de residuos se calculan en términos de desechos sólidos (lodos) obtenidos del tratamiento posterior del efluente. En hornos de acero de chorro, por ejemplo, cerca del 60% del polvo se colecta en forma sólida a partir de los ciclones secos y los lavadores húmedos pueden coleccionar otro 30% en lagunas de sedimentación. Los factores de carga de desechos dados en el Cuadro 4.1 (Anexo 4), son calculados asumiendo que siempre que se usa agua en el equipo de control de la contaminación de aire, el efluente resultante se trata con el objeto de remover sólidos suspendidos.

Algunas veces, los sólidos recuperados del equipo de control de la contaminación del aire pueden ser parte del producto final, como en los hornos cementeros. También pueden reciclarse en el proceso, ocasionalmente después de un tratamiento como en el caso de polvos provenientes de ciclones secos de hornos de hierro de chorro. En algunos otros casos, los desechos pueden utilizarse para propósitos tales como el uso de la ceniza de las plantas termoeléctricas en la pavimentación de caminos. Obviamente, tales reusos de desechos sólidos pueden ser identificados, dado que efectivamente eliminan parte del problema de residuos sólidos.

Los estudios de inventario de desechos sólidos consti-

## CONTENIDO

<b>CONTRIBUYENTES Y REVISORES</b>	<b>2</b>
<b>PREFACIO</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>7</b>
<b>2. RESUMEN DE LA ORGANIZACION DE LOS ESTUDIOS DE EVALUACION RAPIDA</b>	<b>9</b>
2.1 Definición del área de estudio	9
2.2 Grupo de trabajo y apoyo	9
2.3 Recolección de datos	10
2.4 Cálculo de cargas de desechos y contaminación y evaluación del problema general de los desechos y contaminación en el área de estudio	10
2.5 Informes	11
<b>3. DEFINICION DEL AREA DE ESTUDIO</b>	<b>11</b>
3.1 Consideraciones generales	11
3.2 Selección de posibles subáreas de estudio	12
<b>4. ACTIVIDADES GENERADORAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION Y FACTORES DE CARGA RESPECTIVOS</b>	<b>12</b>
4.1 Clasificación de las actividades generadoras de desechos y contaminación	12
4.2 Fuentes de desechos y contaminación industrial	13
4.3 Factores para emisiones al aire provenientes de la quema de combustibles, procesos industriales y disposición de desechos sólidos	13
4.4 Factores para efluentes industriales	13
4.5 Factores para efluentes domésticos	14
4.6 Factores para desechos sólidos industriales	14
4.7 Factores para desechos sólidos municipales	16
<b>5. EVALUACION RAPIDA DE LAS FUENTES DE CONTAMINACION Y DESECHOS</b>	<b>21</b>
5.1 Descripción del método	21
5.2 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión estacionarias	21
5.3 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión móviles	21
5.4 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes industriales	22
5.5 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de la disposición de desechos sólidos	22
5.6 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación provenientes de efluentes industriales	23

5.7	Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación y desechos provenientes de efluentes domésticos	23
5.8	Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos sólidos industriales	23
5.9	Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos sólidos municipales	24
6.	ADQUISICION DE DATOS	24
6.1	Descripción general de la información	24
6.2	Autoridad para acceso a los datos	25
6.3	Lista de posibles fuentes de datos	25
6.4	Confiabilidad de los datos	26
7.	ANALISIS Y USO DE DATOS DE EVALUACION RAPIDA	27
8.	REQUERIMIENTOS DE PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	28
9.	PRESENTACION DEL INFORME DE UN ESTUDIO DE EVALUACION RAPIDA.	28
ANEXO 1.	CARGAS DE CONTAMINACION DEL AIRE PROVENIENTES DE FUENTES DE COMBUSTION MOVILES Y ESTACIONARIAS E INDUSTRIALES	31
Cuadro 1.1	Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión estacionarias.	33
Cuadro 1.2	Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión móviles.	34
Cuadro 1.3	Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes industriales.	36
Cuadro 1.4	Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de la disposición de desechos sólidos.	46
Cuadro 1.5	Cuadro en blanco para el cálculo de cargas contaminantes para industrias no enlistadas en el Cuadro 1.3.	47
ANEXO 2.	CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE EFLUENTES INDUSTRIALES	49
Cuadro 2.1	Cuadro de trabajo para el cálculo de desechos y contaminación del agua provenientes de efluentes industriales.	50
Cuadro 2.2	Cuadro en blanco para el cálculo de cargas de desechos y contaminación del agua para industrias no enlistadas en el Cuadro 2.1	65
Cuadro 2.3	Factores de desechos líquidos y contaminación para procesos industriales.	66

<b>ANEXO 3. CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE EFLUENTES DOMESTICOS</b>	<b>97</b>
<b>Cuadro 3.1 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos y contaminación provenientes de efluentes domésticos.</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO 4. CARGAS DE DESECHOS SOLIDOS INDUSTRIALES</b>	<b>101</b>
<b>Cuadro 4.1 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos sólidos industriales.</b>	<b>102</b>
<b>Notas de pie de página y referencias al Cuadro 4.1.</b>	<b>113</b>
<b>Cuadro 4.2 Cuadro en blanco para el cálculo de cargas de desechos sólidos industriales para industrias no enlistadas en el Cuadro 4.1.</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO 5. CARGAS DE DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES</b>	<b>115</b>
<b>Cuadro 5.1 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos sólidos municipales.</b>	<b>116</b>
<b>Cuadro 5.2 Factores de desechos sólidos municipales para diversas regiones del mundo.</b>	<b>117</b>
<b>Cuadro 5.3 Composición y densidad de los desechos sólidos municipales en diversos países.</b>	<b>117</b>
<b>Cuadro 5.4 Cantidades de agua residual y lodos de plantas de tratamiento.</b>	<b>118</b>
<b>ANEXO 6. FACTORES DE CONVERSION</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO 7. LISTA DE ABREVIACIONES</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>122</b>

## PREFACIO

Este libro describe un procedimiento para hacer una evaluación general rápida de la cantidad de contaminantes de aire, agua y suelo producidos en una región o país. Si bien la mayoría de los métodos descritos en esta publicación no son nuevos, han sido adaptados especialmente para su uso en países en desarrollo, donde frecuentemente es difícil obtener cierto tipo de información. Asimismo, los métodos han sido adaptados de manera que sean aplicables a la contaminación de aire, agua y suelo, facilitando así la interpretación de los resultados obtenidos.

Aunque el procedimiento para los estudios de evaluación rápida descritos en este libro ha sido simplificado considerablemente, es necesario que el personal técnico que realice el estudio de evaluación tenga cierto conocimiento, entienda los principios y procedimientos involucrados y los datos requeridos para completar el estudio. Se recomienda, por tanto, que el personal que no tenga experiencia previa en hacer estudios de evaluación ambiental, reciba alguna capacitación antes de empezar el estudio.

Un buen estudio de evaluación ambiental requiere: (1) fácil acceso a todas las fuentes de información y (2) habilidad para cribar grandes cantidades de datos. Por lo general, la información necesita ser condensada, algunas veces convertida a otras unidades y, si es posible, verificada con otra información. Aunque este libro proporciona una guía y ejemplos en este área, el éxito dependerá finalmente de la habilidad y perseverancia del grupo que realice el estudio. Una vez que los datos necesarios han sido reunidos, pueden introducirse a las tablas de trabajo apropiadas a fin de que sean calculadas las cantidades de contaminantes<sup>1</sup> y de residuos<sup>2</sup> para varias fuentes.

Adicionalmente a la guía para calcular cargas de contaminantes y de residuos, este libro presenta información para la interpretación de los datos obtenidos. Se recomienda que tal interpretación sea hecha en cooperación con los responsables de planificación y salud pública, para asegurar que los resultados del estudio sean presentados en forma adecuada al desarrollo de acciones encaminadas a prevenir o reducir el impacto de la contaminación ambiental en la salud humana y el ambiente en general.

El trabajo que dio por resultado este libro, se inició en 1977 cuando se llevó a cabo una serie de proyectos piloto con la intención de obtener experiencia práctica en la realización de estudios de evaluación ambiental en países en vías de desarrollo. Durante la elaboración de estos proyectos, se hicieron esfuerzos para refinar y adaptar varios métodos de evaluación ambiental y el Sr. W. Martin y el Dr. A. Economopoulos estuvieron particularmente activos en esta etapa.

En diciembre de 1979 un cuerpo de consultores se reunió en Ginebra para preparar la primera versión, que fue revisada posteriormente por otro grupo de expertos. Finalmente, en diciembre de 1980, una segunda ronda de consulta tuvo lugar en Ginebra para completar el texto y, siempre que era posible, para incorporar las recomendaciones de los revisores.

A lo largo de la preparación de este libro se recibió una valiosa asistencia del Dr. Economopoulos. Asimismo, se agradece ampliamente la contribución del Sr. Timmy durante las etapas finales de este libro.

Debe señalarse que los estudios rápidos de evaluación ambiental constituyen una materia relativamente nueva, y algunos de los aspectos de los métodos descritos son aún de naturaleza controvertible. Por tanto, los puntos de vista expresados en este documento no son compartidos necesariamente por todos los contribuyentes y revisores. Se espera que los usuarios de este libro tomarán nota de cualquier dificultad que hayan encontrado en la aplicación de los métodos propuestos y dirijan sugerencias para su mejoramiento a:

Division of Environmental Health, World Health Organization 1211 Geneva 27, Switzerland

## 1. INTRODUCCION

El rápido desarrollo industrial y el crecimiento de las ciudades en todo el orbe, han conducido al reconocimiento y entendimiento crecientes de la interrelación entre contaminación, salud pública y medio ambiente. Por ejemplo, ahora sabemos mucho y estamos constantemente aprendiendo más sobre gran número de efectos adversos de la contaminación del aire en los pulmones, piel y ojos humanos; en los animales y en la vegetación; acerca de las enfermedades transmitidas por el agua, ya sea directamente a través de su consumo o indirectamente a través de la cadena alimenticia; y sobre los peligros de una eliminación en forma

<sup>1</sup> El término contaminación se refiere a la introducción en el ambiente (aire, agua o suelo) de contaminantes, cuyas cantidades, características y duración pueden resultar dañinas a la vida del hombre, animales o plantas.

<sup>2</sup> En este libro, el término desecho se refiere a cualquier residuo o desperdicio, incluyendo aquellos transportados por las corrientes, como en el caso de aguas negras y lodos semi-sólidos, originados por procesos o actividades domésticas o comerciales, tales como la basura comercial o municipal, las aguas residuales o las plantas de tratamiento.

indebida de desechos sólidos, que pueden dar por resultado la infestación de ratas y otros vectores o la creación de fuentes de muchos contaminantes tóxicos.

Esencialmente, los programas de salud pública, así como los programas de prevención y control de la contaminación incluyen: reconocimiento del problema; recolección de información; definición de las fuentes y causas y selección e implementación de las soluciones apropiadas. Hasta hace poco tiempo, los programas para la prevención y control de la contaminación eran diseñados separadamente para el aire, el agua y el suelo y se concentraban en la remoción de contaminantes de los cuerpos de agua receptores. Esto produjo frecuentemente la transferencia del problema de una parte del medio ambiente a otra. Por ejemplo: los contaminantes sólidos eran removidos del agua y del aire, pero luego eran depositados inadecuadamente en el suelo; las aguas residuales y lodos industriales eran incinerados, agregándose a los problemas de contaminación del aire y los desechos sólidos eran expuestos a lixiviación o quemados, aumentando los problemas de contaminación del agua y del aire. Las prácticas actuales reconocen estas interacciones ambientales y se enfocan ahora simultáneamente en la reducción de los desechos en la fuente y en una planeación ambiental integral.

Sin embargo, a pesar de la existencia de una buena comprensión de los principios y prácticas de saneamiento ambiental y de programas de control de la contaminación, frecuentemente no hay datos específicos de los tipos, cantidades e importancia relativa de las fuentes de contaminación en muchas de las áreas urbanas e industriales.

Dondequiera que haya problemas ambientales, es indispensable realizar un inventario de los tipos de contaminación y de las fuentes de desecho, incluyendo su localización y niveles de emisión. Los inventarios precisos y muy detallados pueden requerir una cantidad considerable de recursos e involucrar sistemas de monitoreo y procesamiento de datos sofisticados; asimismo, los requerimientos financieros y de personal para tales programas están frecuentemente fuera de las posibilidades de muchas dependencias.

Sin embargo, con el uso de la información limitada existente es posible hacer inventarios de emisiones bastante precisos y a un costo relativamente bajo. Siguiendo el procedimiento descrito aquí, uno o dos profesionales adecuadamente calificados, con la ayuda de pocos técnicos y trabajadores auxiliares, deben poder producir en un período de uno a tres meses, dependiendo de la extensión y la complejidad del estudio, un inventario relativamente exacto y completo de todas las fuentes de desecho y contaminación.

Debe señalarse, no obstante, que tales inventarios no

obvian la necesidad de estudios más detallados, pero proporcionan la primera visión integral de la magnitud de la contaminación del aire, agua y suelo en el área; y también marcan el principio de una planificación efectiva e integral del control de la contaminación.

Se pretende que este libro sea de utilidad principalmente a ingenieros o científicos involucrados en el control y planeación ambiental. Sin embargo, también incluye una discusión sobre la manera como los responsables de la salud pública pueden usar los resultados de estudios de evaluación rápida en programas de salud pública destinados al control de la contaminación. El procedimiento de evaluación rápida que se presenta aquí ha sido seleccionado entre metodologías de evaluación ambiental desarrolladas en el curso de varios proyectos de PNUMA, ONUDI y OMS y ha sido especialmente adaptado para países en desarrollo.

El procedimiento de evaluación rápida está diseñado para utilizar, siempre que sea posible, datos disponibles fácilmente en la mayoría de los países y normalmente no es necesario realizar muestreos extensos en fábricas u otras fuentes de contaminación, que involucren niveles altos de competencia técnica y grandes gastos. El procedimiento se presenta paso a paso (incluyendo discusiones de suposiciones básicas) y consta de instrucciones desde la iniciación del proyecto hasta la preparación del reporte final. Las discusiones enfatizan la necesidad de utilizar información disponible para verificar y mejorar la exactitud de las estimaciones. También se incluyen formatos para el acopio de información, análisis y reporte, así como métodos de presentación.

El procedimiento básico para los estudios de evaluación rápida descrito aquí, es también aplicable a todos los tipos de áreas en un país: urbano, industrial, comercial, minero, etc., y puede utilizarse para hacer inventarios integrados de contaminación a nivel nacional. Sin embargo, los factores de contaminación y las tablas de trabajo en este documento, están diseñados principalmente para su uso en áreas urbanas y zonas industriales.

Los inventarios de fuentes de desechos y contaminación tienen diversas aplicaciones en programas de protección ambiental, dependiendo del nivel gubernamental en el cual son aplicados en un país determinado. A nivel local o municipal, han sido usados efectivamente en la formulación de programas de monitoreo ambiental de un modo más económico. En tales programas, estos inventarios facilitan la selección de sitios de muestreo y frecuencias de medición de las emisiones así como la evaluación de los efectos ambientales de las emisiones. Además, permiten tomar una acción rápida para el control de la contaminación contra los problemas más severos de salud pública relacionados con el ambiente.

A nivel provincial o estatal, pueden ser empleados

para los propósitos descritos anteriormente, pero se usan con mayor frecuencia para seleccionar áreas prioritarias para monitoreos ambientales intensivos, que pueden ser necesarios para la evaluación de problemas a una escala más amplia y para fijar prioridades a los programas de control de la contaminación. Algunas veces, los inventarios de emisiones se usan también como base para la formulación de leyes y reglamentos de control de la contaminación y para la preparación de evaluaciones preliminares de impacto ambiental.

A nivel nacional, los inventarios de emisiones para varias regiones o estados pueden combinarse para determinar el balance más apropiado entre el desarrollo económico e industrial y el control de la contaminación. Asimismo, pueden usarse en la formulación de políticas relacionadas con la protección ambiental en el plan de desarrollo nacional y en la asignación de recursos y fijación de prioridades para programas de saneamiento ambiental y control de la contaminación en varios niveles nacionales.

Otros usos de tales inventarios incluyen la identificación de niveles de emisión de compuestos peligrosos, que pueden ser controlados rápidamente. Adicionalmente, cuando se sabe que los inventarios pueden ser confiables, es posible establecer vínculos entre varios contaminantes y enfermedades (por ejemplo, la contaminación del agua puede estar enlazada con enfermedades entéricas y la contaminación del aire con enfisema y bronquitis crónica) y proponer restricciones a contaminantes específicos con el objeto de mejorar el ambiente y la salud de la población.

El procedimiento de evaluación rápida descrito aquí está diseñado para presentar solamente una evaluación preliminar. En lugares donde existen vastos recursos, pueden realizarse análisis más detallados si es necesario. La elaboración de inventarios de emisiones debe considerarse como un ejercicio continuo, que produce mejores estimaciones a medida que se adquieren y analizan datos adicionales. Por tanto, aún cuando no existen datos disponibles inmediatos, pueden realizarse estudios de evaluación rápida y ser revisados y modificados posteriormente al recabarse más información detallada.

## 2. RESUMEN DE LA ORGANIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN RÁPIDA

hecho de que cada área de estudio sea única, en algunos casos dificulta la planeación anticipada paso a paso. Por tanto el grupo de análisis debe tener flexibilidad para recolectar cualquier tipo de datos e información que crea adecuada para el estudio y si es necesario planear tantas visitas a las fuentes de información e industrias como se estime pertinente. También

es importante que, tanto los responsables de la salud pública como los miembros del grupo de análisis, entiendan el procedimiento de evaluación rápida, incluyendo sus requerimientos de apoyo directivo y administrativo. Las secciones siguientes describen brevemente los puntos generales a considerar en la realización de análisis de evaluación rápida.

### 2.1 Definición del área de estudio

La definición de una área de estudio se basa en la selección de las fronteras más adecuadas. Estas fronteras pueden ser físicas (tales como cuencas hidrológicas, barrancas o cañones), políticas (como límites de una ciudad o de un estado o provincia o aún fronteras internacionales) o económicas (como en el caso de zonas industriales o áreas de planeación o desarrollo económico). Esta cuestión se discute más ampliamente en la Sección 3.

### 2.2 Grupo de trabajo y apoyo

Los estudios de evaluación rápida pueden ser realizados con sólo 1 ó 2 profesionales calificados (ingenieros o científicos con alguna experiencia anterior en planeación y control ambiental y con capacitación o conocimientos previos relativos al procedimiento de evaluación rápida que se describe aquí) y, adicionalmente, 2 ó 3 personas a nivel técnico que elaboren el trabajo de rutina. Si existe la posibilidad de que queden involucrados grupos más grandes, debe designarse un jefe de grupo al cual asignarle la responsabilidad general. Debe enfatizarse la necesidad de una estrecha cooperación entre los miembros del grupo.

Debe obtenerse la autorización adecuada para tener acceso a datos e información manejada por las dependencias gubernamentales y las industrias de las cuales debe ser recabada.

Dicha autorización puede obtenerse con base en alguna política gubernamental existente que permita la recolección de datos para estudios ambientales. Es necesario además, asegurarse que la autorización incluya el acceso a las fuentes de información bajo la jurisdicción de cualquier subdivisión administrativa o legislativa dentro del área de estudio.

Debe propiciarse el desarrollo de un espíritu de cooperación entre los miembros del grupo de evaluación rápida y aquellas entidades que proporcionen la información (oficinas gubernamentales, industrias, empresas, sindicatos, etc.). Tal cooperación facilitará la recolección de datos, ayudará a que el trabajo quede completo y preciso, y abrirá el camino para el desarrollo de actividades futuras de control de la contaminación a nivel nacional.



Finalmente será necesario algún apoyo administrativo incluyendo una mecanógrafa. Otros requerimientos incluyen transporte, espacio de oficina, teléfonos y una máquina fotocopidora. Todos estos se requerirán tanto durante la recolección de datos como en la preparación del reporte.

### 2.3 Recolección de datos

- (1) El primer paso es identificar los tipos y magnitudes de las fuentes de desechos y contaminación en el área, utilizando la lista de industrias que aparecen en el Cuadro 1 como guía. También se requerirá en esta etapa otro tipo de información, como lo es la localización de las fuentes de desecho y contaminación en relación a los principales centros de población, extensión del sistema de alcantarillado y la localización de las descargas residuales. Con base en esta información será posible subdividir el área de estudio y determinar las fuentes potenciales principales de desechos y contaminación.
- (2) Posteriormente se averigua cuáles son los datos que se requieren, buscando los factores de desecho y contaminación<sup>1</sup> en los cuadros de trabajo de los Anexos 1 al 5 para las fuentes de desechos y contaminación respectivamente, identificadas en el área de estudio. Dichos factores se usan para calcular las cargas de desechos y contaminación<sup>2</sup> respectivamente, e indican la naturaleza de los datos requeridos. Los detalles adicionales relativos a los factores y el tipo de datos requeridos se proporcionan en las Secciones 4 y 5.
- (3) A continuación se determina qué dependencias gubernamentales u otras fuentes tienen los datos requeridos para completar los cuadros de trabajo. La Sección 6 proporciona información adicional sobre las fuentes posibles de datos y de cómo obtenerlas. Visitar las agencias gubernamentales de interés así como otras fuentes, y obtener los datos e información requeridas. Si el área de estudio tiene unas pocas fuentes de desechos y contaminación, como en el caso de una planta integrada de hierro y acero o una refinería, puede resultar útil organizar visitas a tales fuentes para

obtener de primera mano datos sobre el proceso y producción, verificar los datos y captar información sobre el tratamiento del efluente y su disposición. Estas visitas no requieren de mucho tiempo, siempre y cuando se haga énfasis en la recolección de los datos existentes más que en la inspección. Tales visitas aumentarán substancialmente la confiabilidad de la valoración. Debe enfatizarse, sin embargo, que muy pocas visitas cuidadosamente seleccionadas quedan incluidas dentro del ámbito de estos estudios.

- (4) Comprobar los datos recolectados de cada una de las fuentes y verificar tanto como sea posible, su exactitud. Señale datos de exactitud cuestionable. Si se hacen suposiciones para completar los datos, éstas deben indicarse claramente (ver también la Sección 6).
- (5) Transformar, si es necesario, las unidades de los datos recolectados a aquéllas apropiadas para los cuadros de trabajo, y concentrar todos los datos e información en dichos cuadros de trabajo (ver Sección 9).

Siguiendo los pasos descritos anteriormente, puede obtenerse un sumario integral de las fuentes importantes de contaminación en el área de estudio y una medida de su actividad en unidades que permitan el cálculo de las cargas de desechos y contaminación. Si el área de estudio se ha subdividido, muy probablemente habrá sumarios separados para cada subdivisión.

### 2.4 Cálculo de las cargas de desechos y contaminación y evaluación del problema general de los desechos y contaminación en el área de estudio

Una vez que los datos requeridos han sido recolectados, las cargas de desecho y contaminación del aire, agua y suelo, pueden ser calculadas siguiendo los pasos que se dan a continuación.

- (1) Escribir los datos recolectados de la producción y desechos industriales en los cuadros de trabajo apropiados.
- (2) Para cada proceso industrial o fuente de dese-

1) Factor de contaminación es la cantidad de un contaminante o una combinación de contaminantes emitidos al ambiente por una industria (directa o indirectamente a través del alcantarillado municipal o de la red municipal de colección y tratamiento de desechos) por unidad de materia prima consumida, dependiendo del tipo de industria o el método de cálculo para el factor de contaminación. En el caso de desechos domésticos y municipales, el término factor de desecho se refiere a la cantidad total de desechos (sólidos o líquidos) emitidos al ambiente (directa o indirectamente a través del alcantarillado municipal o a través de la red de colección y tratamiento de desechos) por persona por año en una área dada. Para un ejemplo del método de cálculo ver la página 58.

2) El término carga de contaminación se refiere a la cantidad total de un contaminante o una combinación de contaminantes emitidos al ambiente (directa o indirectamente a través del alcantarillado municipal o a través de la red municipal de colección y tratamiento de desechos) por una industria o grupo de industrias en una área dada durante un determinado período de tiempo. En el caso de desechos domésticos y municipales, el término carga de desecho se refiere a la cantidad total de desechos emitidos al ambiente (directa o indirectamente a través del alcantarillado municipal o a través de la red municipal de colección y tratamiento de desechos) por una comunidad, ciudad, estado, etc. durante un determinado período.

chos, encontrar los factores de desechos o contaminación correspondientes en las columnas subsiguientes de los cuadros.

- (3) Multiplicar cada una de las cantidades de producción o de desechos por el factor de desecho o de contaminación correspondiente y anotar la carga de desecho o contaminación así calculada en el espacio apropiado (los cuadros de trabajo fueron diseñados de manera que, para cada contaminante o indicador de contaminación hay dos columnas, la primera para el factor de contaminación y la segunda es para anotar la carga de contaminación calculada).
- (4) Concentrar las cargas de desechos y contaminación calcularlas en los cuadros sumarios al final de cada una de los cuadros de trabajo, a fin de obtener una imagen general de la contaminación total del aire, agua y suelo en el área de estudio.
- (5) Para cada uno de los contaminantes o indicadores de contaminación hacer listas de sus fuentes principales. Estas listas ayudan a establecer prioridades para el monitoreo de desechos y contaminación así como para estudios de abatimiento de la contaminación.

## 2.5 Informes

Una vez que los cálculos de las cargas de desechos y contaminación y los cuadros sumarios han sido terminados, el grupo de trabajo debe empezar a preparar el informe del estudio. Adicionalmente a los resultados encontrados, el informe debe incluir lo siguiente:

- Una interpretación del impacto ambiental de las cargas de desechos y contaminación calculadas en relación a los datos suplementarios de tipo geográfico, meteorológico, hidráulico y de calidad ambiental recolectados.
- Una evaluación aproximada del impacto de las emisiones principales sobre la población y sobre los recursos naturales valiosos;
- Un sumario de las posibles áreas donde las medidas de control ambiental pueden ser más efectivas;
- Una evaluación de la efectividad de los programas existentes para el control de la contaminación y recomendaciones para mejorarlas, si éste es el caso.

La Sección 9 proporciona una discusión más detallada de la forma como debe escribirse el reporte.

## 3. DEFINICION DEL AREA DE ESTUDIO

### 3.1 Consideraciones generales

Para la realización de estudios de evaluación rápida a nivel nacional o regional, el primer paso es determinar el número, tipos y magnitudes de las áreas de estudio. Frecuentemente la definición de áreas de estudio está influida por los problemas de contaminación o salud pública existentes en la región o país. Sin embargo, es generalmente más adecuado considerar los sistemas legal, institucional o económico del país en la selección de fronteras. Generalmente, el país o región está ya dividido en diferentes distritos y tiene características socioeconómicas predominantes, por ejemplo, urbanas, industriales, rurales, agrícolas, mineras, etc. Estas sirven como una buena base para la definición de áreas de estudio.

La mayor preocupación sin embargo, es la selección de fronteras apropiadas. Algunas veces puede haber muchas opciones de fronteras, pero normalmente caen dentro de una o más de las siguientes categorías:

- **Fronteras físicas.** Cuencas hidrológicas (superficiales o subterráneas) cadenas montañosas, costas; ríos; cumbres escarpadas; carreteras, vías férreas, canales, etc.
- **Fronteras político/legales.** Límites de ciudad, líneas (divisorias) de país, estado o provincia; distritos de salud pública; distritos censales, regiones de control de calidad del aire; distritos de control de avenidas/drenaje; fronteras internacionales, etc.
- **Fronteras económicas.** Zonas industriales; distritos mineros; áreas de desarrollo económico; distritos de recolección de aguas/alcantarillado/desechos; etc.

Cada categoría tiene sus méritos. Las características naturales usualmente facilitan la evaluación de los impactos de las cargas contaminantes sobre la calidad del aire o del agua; las fronteras políticas o legales facilitan la recolección de datos porque la información descarta y el personal de apoyo con los debidos conocimientos, están disponibles generalmente en la oficina gubernamental correspondiente, dentro o cerca del área de estudio y las fronteras económicas facilitan la evaluación del impacto ambiental del crecimiento futuro.

Por tanto, la persona responsable de los estudios de evaluación rápida, debe considerar cada una de estas categorías con otros factores tales como problemas conocidos de contaminación o salud pública y del personal disponible, en la toma de decisión final con

respecto a la definición de las áreas de estudio. El área metropolitana de una ciudad junto con zonas industriales adyacentes constituye un ejemplo típico de un área de estudio apropiada.

El grupo de apoyo debe tener la flexibilidad de modificar las fronteras del área de estudio durante el desarrollo del trabajo si los datos recolectados indican que esto ayudará a completar el inventario, facilitar la evaluación de los impactos de las emisiones o ayudar en la formulación de mejores estudios de control de desechos y contaminación.

Finalmente, todas las áreas de estudio en un país o región deben clasificarse en orden de prioridad; entre otros factores, la severidad de los problemas de contaminación y la existencia de estudios de inventario previos, pueden servir como base para fijar prioridades.

### 3.2 Selección de posibles subáreas de estudio

Durante los primeros días, el grupo de trabajo, utilizando mapas del área y otra información procedente del departamento de planeación u otras fuentes, puede formarse una idea general acerca de la geografía del área, del uso actual y proyectado del suelo, de la localización de industrias y centros de población, de las fronteras de los sistemas de alcantarillado existentes o planeados, de las condiciones meteorológicas o hidrológicas prevalentes, de los diversos cuerpos de agua receptores de desechos líquidos, del sistema de colección y disposición de desechos sólidos, así como de los problemas principales de contaminación o salud pública y de las autoridades y legislación existentes para el control de la contaminación.

Sobre la base de esta información general el grupo de analistas puede encontrar deseable el subdividir el área de estudio en zonas más pequeñas. Resulta útil decidir en una etapa temprana si el área de estudio va a ser o no subdividida dado que esto afectará la recolección y organización de los datos. Generalmente, la complejidad del trabajo de análisis se incrementa al aumentar el número de subdivisiones, dado que se requieren fuentes separadas de datos sobre la actividad contaminante en cada subregión. Hasta ahora, la experiencia indica que las dificultades adicionales no son normalmente tan grandes como para no recomendar subdivisiones, pero éstas sólo deben hacerse cuando haya razones definidas.

Entre las razones posibles para subdividir el área de estudio puede encontrarse la existencia de varias autoridades o reglamentos para el control de desechos en el área de estudio. En tales casos, puede valer la pena considerar inventarios separados para las áreas abarcadas por cada uno de ellos.

En relación a los desechos líquidos frecuentemente son deseables las subdivisiones de área que permiten

hacer evaluaciones separadas de descargas afluentes a diferentes cuerpos de agua receptores; tales subdivisiones facilitan la evaluación del impacto de las descargas en los cuerpos de agua receptores y ayudan en la formulación de medidas de control de desechos de alta prioridad. Asimismo, pueden hacerse para determinar el tipo y capacidad de los sistemas de control de contaminación para los volúmenes de desecho y cargas de contaminación emitidas a los sistemas de alcantarillado existentes, planeados o propuestos.

En el caso de la contaminación del aire, puede ser deseable hacer inventarios separados para áreas con fuentes puntuales y móviles. También pueden considerarse separadamente las fuentes de contaminación dentro de los principales centros de población, de aquellas áreas escasamente pobladas, dado que de las primeras puede esperarse, en general, que tengan un mayor efecto en la salud humana que las segundas. Con respecto a las áreas fuera de los principales centros de población, puede ser necesaria una subdivisión posterior en la que se consideren factores meteorológicos y topográficos, tales como direcciones de vientos, distancias entre las fuentes de contaminación y las ciudades, o la existencia de cañones o valles en el área de estudio.

Frecuentemente se requiere subdividir el área de estudio también con respecto a la recolección y disposición de desechos sólidos. Sin embargo, considerando las diferentes características de los desechos sólidos municipales e industriales y la organización usual de los sistemas públicos y privados de disposición de desechos sólidos, cualquier subdivisión coincidirá normalmente con fronteras económicas.

Aunque se dan razones separadas en los párrafos anteriores para subdividir las áreas de estudio con relación a los problemas de contaminación del aire, agua y suelo, en la práctica es a menudo posible y por supuesto más útil, subdividir áreas en relación a los tres problemas en forma conjunta.

## 4. ACTIVIDADES GENERADORAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION Y FACTORES DE CARGA RESPECTIVOS

### 4.1 Clasificación de actividades generadoras de desechos y contaminación

Existen frecuentemente muchos tipos de actividades generadoras de contaminación en un área de estudio. Sin embargo, el objetivo de la evaluación rápida es destacar fuentes muy grandes (tales como plantas generadoras de energía eléctrica, siderúrgicas y descargas de aguas municipales), de las que se sospecha tienen un impacto significativo en el medio ambiente del área de estudio. Algunas veces, las fuentes principales

de contaminación pueden incluir también muchos grupos de fuentes más pequeñas tales como talleres de piezas metálicas, fábricas de cerámica, fábricas textiles, etc.

El procedimiento de evaluación rápida descrita en este libro se refiere a las fuentes de contaminación del aire, agua y suelo en áreas urbanas y zonas industriales; otras fuentes de desechos y contaminación tales como la agricultura, minería, polvo fugitivo y escurrimientos pluviales están fuera del alcance del documento. Para mayor información sobre estas categorías se recomienda al lector consultar la bibliografía.

#### 4.2 Fuentes de desechos y contaminación industrial

Mientras que todas las actividades industriales producen desechos y algo de contaminación, relativamente pocas industrias (sin sistemas de tratamiento de desechos o control de la contaminación) son responsables de la mayor parte de las cargas de desechos y la contaminación generadas en un área determinada. La selección cuidadosa de las principales industrias altamente productoras de desechos y contaminación, puede simplificar grandemente la preparación de la evaluación, al tiempo que se considera además, la mayor parte de los desechos y contaminación producidos. Con base en esta premisa, se hizo una lista (Cuadro 1) de las fuentes industriales y procesos que son considerados para la mayor parte de la contaminación industrial y las cargas de desechos en casi cualquier área de estudio. Esta clasificación facilita la extracción de datos de fuentes gubernamentales dado que la mayoría de los gobiernos utilizan estos sistemas de clasificación o similares para registrar datos de actividad industrial. La lista del Cuadro 1 debe utilizarse en las fases iniciales del trabajo de inventario con una lista de verificación para identificar las principales operaciones industriales existentes en el área de estudio.

#### 4.3 Factores para emisiones al aire provenientes de la quema de combustibles, procesos industriales y disposición de desechos sólidos

Un buen repertorio de fuentes de emisiones atmosféricas y sus correspondientes factores de carga lo constituye el documento denominado *Compilation of air pollutant emission factors. Supplement No. 9* Washington DC, US. Environmental Protection Agency, 1979 (AP-42). Los factores de carga de las emisiones atmosféricas enlistados en el Anexo 1 para fuentes estacionarias de combustión común, fuentes móviles de combustión (transporte), procesos industriales y operaciones de disposición de desechos sólidos, han sido tomados de dicha publicación.

Con relación a las refinerías, la publicación arriba mencionada proporciona una lista muy detallada de fuentes individuales para las cuales los datos son difi-

ciles de recolectar en el curso de un estudio de la evaluación rápida. De aquí que una lista simplificada de contaminantes, aunque no tan precisa, con factores de carga de contaminación, normalizada por tonelada de petróleo procesado, se presenta en el Cuadro 1.3 (Anexo 1). Simplificaciones similares se han hecho también para algunos otros procesos industriales.

La mayoría de las industrias emiten contaminantes provenientes tanto de la quema de combustibles como de los procesos de producción industrial. Sin embargo, no es posible esperar que los datos de consumo individual de combustible para las industrias, sean conseguidos durante el curso de un estudio de evaluación rápida, mientras que los datos de consumo total de combustible a nivel del área de estudio completa son fáciles de obtener. Por lo tanto, en este documento la práctica es seguida siempre que las emisiones por combustión han de calcularse separadamente de las emisiones debidas a la producción industrial. Esto requiere de la exclusión de las cargas de emisión producidas por los combustibles de las emisiones debidas al proceso industrial.

Los factores enlistados en la publicación de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. antes mencionada, en ocasiones considera tanto las emisiones por quema de combustibles como aquellas debidas a los procesos industriales, especialmente en los casos en donde es físicamente imposible separar tales emisiones como en el caso de hornos de vidrio, cerámica o cemento. Sin embargo, para ser consistentes con la metodología de evaluación rápida, los factores enlistados en el Cuadro 1.3 (Anexo 1), se refieren específicamente a los procesos de producción industrial y excluyen las emisiones debidas a la quema de combustibles. Excepciones a esta regla son las industrias que utilizan combustibles especiales como el coque metalúrgico (por ejemplo en los hornos de hierro de chorro) y el consumo de tales combustibles no interfiere con otros datos de consumo de combustibles convencionales.

#### 4.4 Factores para efluentes industriales

En la actualidad no hay una sola recopilación global de factores para desechos líquidos provenientes de procesos industriales. Numerosas publicaciones tratan sobre efluentes de industrias individuales o de un número de industrias, pero son a menudo incompletas, en el sentido de que no siempre presentan factores de desechos y contaminación o contienen datos de los que estos pueden derivarse. Algunas publicaciones incluyen por ejemplo, la concentración de contaminantes en efluentes de varias industrias, principalmente desde el punto de vista de tratamiento de tales efluentes, pero no proporcionan los correspondientes factores normalizados de desechos y contaminación (por ejemplo, los volúmenes totales de desechos o

concentraciones de contaminantes por unidad de producto o por unidad de materia prima consumida).

Por todo esto, se realizó una revisión exhaustiva de literatura que permitió identificar factores de carga de desechos y contaminación para efluentes industriales de la mayoría de los procesos industriales enlistados en el Cuadro 1. El Anexo 2 proporciona factores de desechos líquidos y contaminación para tales procesos industriales. Estos factores están basados en los datos publicados por varios países, principalmente los Estados Unidos. La conveniencia de estos factores ha sido verificada durante proyectos piloto en diversos países en desarrollo, y se considera que pueden usarse para presentar evaluaciones iniciales razonables. Algunos de los factores de desechos líquidos y contaminación han sido calculados a partir de datos recolectados en el proyecto de control de contaminación ambiental PNUMA/OMS en Atenas, Grecia en el cual se hizo un número limitado de visitas a varias industrias para coleccionar muestras y datos de producción. Estos factores no han sido probados en otra parte y, por tanto pueden no ser muy confiables pero en ausencia de cualesquiera otros datos, estos pueden resultar valiosos. Todos los factores deben ser revisados y verificados siempre que sea posible con base en cualquier información disponible, pertinente para el área de estudio. El orden en el que aparecen las industrias en los cuadros 2.1 y 2.3 (Anexo 2) es el mismo que en el Cuadro 1. El Anexo 6 proporciona un resumen de factores de conversión útiles para transformar las unidades en las que fueron obtenidos los datos no procesados, en unidades apropiadas para los cálculos de carga de desechos y contaminación.

#### 4.5 Factores para efluentes domésticos

Los efluentes domésticos incluyen todos los desechos normales de una casa habitación descargados al alcantarillado, así como los desechos de numerosas fábricas pequeñas y talleres que son difíciles de identificar y de ser considerados individualmente. El Cuadro 3.1 (Anexo 3) proporciona factores para desechos domésticos en base a una producción per cápita. Debido a diferencias en los hábitos de alimentación y lavado, así como en los tipos tradicionales de fábricas pequeñas y talleres alrededor del mundo, el volumen de desechos per cápita y las cargas producidas varían de país a país.

Se ha visto sin embargo, que a pesar de las grandes diferencias económicas y culturales entre los países, la variación en carga de desechos es moderada. Esto permite el cálculo de factores promedio de carga de desechos de razonable exactitud en estimaciones de carga de desechos domésticos en un área. En la práctica, el volumen de desechos tiende a variar mucho y está generalmente relacionado con el nivel de vida promedio de la gente en el área de estudio. Un nivel de vida mejor generalmente resulta en un consumo de agua

más elevado y, consecuentemente, en una mayor cantidad de aguas de desecho.

El factor para volumen de desechos domésticos en el Cuadro 3.1 es de  $73 \text{ m}^3$  por persona por año. Se recomienda que, si existen datos disponibles de consumo de agua para el área de estudio, el grupo de trabajo derive su propio factor para el volumen de desechos. Esto puede hacerse multiplicando el consumo promedio anual de agua por persona por 0.6. Sin embargo, si el factor calculado difiere del factor recomendado ( $73 \text{ m}^3$ ) en más del 50%, debe usarse el más pequeño de los dos.

Al calcular la carga de desechos de efluentes domésticos, debe ponerse especial atención en la población que usa tanques sépticos y sentinas, particularmente si el contenido de éstos es descargado al alcantarillado municipal para tratamiento complementario o eliminación. Aunque el uso de tanques sépticos o sentinas reduce hasta cierto punto el volumen de residuos dado que parte del agua de desecho frecuentemente se infiltra al subsuelo y ahí existe un tratamiento parcial de los lodos por medio de digestión anaerobia, los tanques sépticos y sentinas contribuyen aún significativamente a la carga de desechos de un área. El Cuadro 3.1 incluye también factores de carga de desechos para áreas no alcantarilladas. Estos factores están basados en datos de tanques sépticos típicos en el área metropolitana de Atenas y no han sido probados en otra parte. (Factores tales como el diseño del tanque séptico, la permeabilidad del suelo y la carga específica pueden afectar considerablemente las características de los lodos de los tanques sépticos). Sin embargo, en ausencia de cualquier otro dato pueden resultar útiles. Si se encuentra que en un área los lodos de los tanques sépticos se descargan directamente a los cuerpos de aguas receptores, se aplicarán los factores para áreas alcantarilladas.

Finalmente, todos los factores proporcionados en el Cuadro 3.1 se relacionan con agua residual sin tratar. Si los sistemas de tratamiento de aguas residuales se encuentran operando, la carga de contaminación debe reducirse en forma apropiada. Por lo general, después del tratamiento primario hay una reducción del 30% en la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días ( $\text{DBO}_5$ ) y en la de sólidos suspendidos (SS), y después del tratamiento secundario ocurre una reducción del 80% tanto en  $\text{DBO}_5$  como en SS. Sin embargo, la eficiencia real de operación de los sistemas debe verificarse con una visita a las plantas de tratamiento de aguas residuales antes que se apliquen tales reducciones a los datos.

#### 4.6 Factores para desechos sólidos industriales

Para los propósitos de este inventario, pueden considerarse tres principales categorías de fuentes de desechos sólidos industriales:

tuyen, tal vez, el área en el cual las interacciones entre diversas formas de contaminación son más evidentes. Como hemos discutido brevemente, además de los desechos sólidos provenientes de procesos de producción, más desechos, frecuentemente peligrosos, son generados en cantidades significativas como resultado de medidas de control de contaminación de aire y agua.

#### **4.7 Factores para desechos sólidos municipales**

En este libro los desechos sólidos municipales se definen como:

1. Residuos provenientes de viviendas de todo tipo, incluyendo hoteles, oficinas y edificios públicos.
2. Desechos menores no tóxicos provenientes de pequeñas operaciones industriales que se colectan junto con otros residuos y son fáciles de considerar separadamente y,
3. Desperdicios sólidos recolectados en las calles de la ciudad y otros lugares públicos.

La cantidad de desechos sólidos municipales tiende a variar en cada lugar y tiene una correlación bastante consistente con el nivel de vida promedio del área de estudio. En el Cuadro 5.1 (Anexo 5) se proporcionan las cargas de desechos sólidos municipales típicos normalizados sobre una base per cápita por día. El anexo también proporciona factores de carga de desechos calculados en relación a los estándares de vida de diferentes áreas del mundo.

La composición de los residuos municipales también varía considerablemente de un lugar a otro. En los países en desarrollo, los desechos normalmente tienen una proporción alta de materia biodegradable y baja en papel, metal y vidrio mientras que, en países industrializados sucede precisamente lo contrario. El Cuadro 5.2 (Anexo 5) muestra la composición típica y los valores de densidad para desechos sólidos municipales en algunos países en vías de desarrollo y en algunos industrializados.

Otra fuente potencialmente significativa de desechos sólidos municipales, pueden ser los lodos provenientes de aguas residuales y de las plantas de tratamiento de aguas. El Cuadro 5.4 (Anexo 5) proporciona los factores para estimar tanto el volumen como el peso de estos lodos. Dado que todavía es práctica común descargar estos lodos a los cuerpos de agua aledaños o depositarlos en el suelo, el grupo de trabajo debe calcular la carga de contaminación, verificar los métodos de disposición e incluir entonces los volúmenes y pesos de los lodos en el reporte ya sea como contaminación de agua o de suelo.

**CUADRO 1. LISTA DE INDUSTRIAS IMPORTANTES CON CODIGOS DE CLASIFICACION DE LA ORGANIZACION DE NACIONES UNIDAS <sup>1</sup>**

**PRODUCCION AGROPECUARIA**

1110 a	Corral de engorda para reses
1110 b	Corral de engorda para cerdos
1110 c	Corral de engorda para pollos
1110 d	Corral de engorda para corderos
1110 e	Corral de engorda para pavos
1110 f	Corral de engorda para patos
1110 g	Granjas lecheras
1110 h	Granjas de gallinas ponedoras

**PRODUCCION DE ALIMENTOS (PARA CONSUMO HUMANO)**

3111 a	Mataderos
3111 b	Empacadoras
3111 c	Procesamiento de aves de corral
3112	Manufactura de productos lácteos
3113	Enlatado de frutas y verduras
3114	Enlatado de pescado
3115 a	Extracción de aceite de oliva
3115 b	Refinación de aceite vegetal
3116	Molinos de grano
3118 a	Ingenios azucareros
3118 b	Manufactura de azúcar de remolacha
3121 a	Manufactura de almidón y glucosa
3121 b	Manufactura de levadura

**INDUSTRIA DE BEBIDAS**

3131 a	Destilerías de alcohol
3133 a	Manufactura de malta y de licor de malta
3133 b	Fermentación de cerveza
3133 c	Producción total de cerveza
3133 d	Producción de vino
3134	Industrias de refrescos y aguas carbonatadas

**MANUFACTURA DE TEXTILES**

3211 a	Lana (incluyendo estregado)
3211 b	Lana (sin estregar)
3211 c	Algodón
3211 d	Rayón
3211 e	Acetato
3211 f	Nailon
3211 g	Acrílico
3211 h	Poliéster

<sup>1)</sup> Las industrias han sido enlistadas de acuerdo a la nomenclatura utilizada en:

Statistical Office of the United Nations

Indexes to the Standard Industrial Classification of all Economic Activities, Statistical Papers, Series M, No. 4, Rev. 2, Add. 1, New York, Department of Economic and Social Affairs, 1971 (ST/STAT/M.4/REV. 2/Ann.1)

## MANUFACTURA DE CUERO

- 3231 a Tenerías de cuero (a base de sales de cromo)
- 3231 b Tenerías de cuero (con agentes vegetales)
- 3231 c Terminados de cuero solamente

## MANUFACTURA DE MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA Y CORCHO, EXCEPTO MUEBLES

- 3311 a Manufactura de madera terciada
- 3311 b Manufactura de tablonos

## MANUFACTURA DE PULPA, PAPEL Y CARTON

- 3411 a Pulpa sulfatada (kraft)
- 3411 b Pulpa sulfitada
- 3411 c Pulpa semiquímica
- 3411 d Fábricas de papel
- 3411 e Fábricas de papel (con sistemas de reuso de agua)
- 3411 f Fábricas de papel (con sistema mejorado de reuso de agua)

## MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUIMICOS INDUSTRIALES

- 3511 Manufactura de productos químicos industriales básicos excepto fertilizantes

### Productos químicos industriales básicos

- 3511 a Acido clorhídrico
- 3511 b Acido Sulfúrico
- 3511 c Acido nítrico
- 3511 d Acido fosfórico (sin laguna)
- 3511 e Acido fosfórico (con laguna)
- 3511 f Acido fosfórico (proceso térmico)
- 3511 g Amoniaco
- 3511 h Hidróxido de sodio por el método de cátodo de mercurio o proceso Castner-Kellner
- 3511 i Hidróxido de sodio (celda de diafragma)
- 3511 j Acido fluorhídrico
- 3511 k Pigmentos de cromo

### Productos químicos orgánicos básicos

- 3511 m Ver el Cuadro 2.3, Anexo 2, pág.
- 3511 n Ver el Cuadro 2.3, Anexo 2, pág.
- 3511 o Ver el Cuadro 2.3, Anexo 2, pág.
- 3511 p Ver el Cuadro 2.3, Anexo 2, pág.
- 3512 Manufactura de fertilizantes y plaguicidas

### Fertilizantes

- 3512 a Superfosfato normal (19<sup>0</sup>/o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- 3512 b Superfosfato triple (48<sup>0</sup>/o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- 3512 c Fosfato de amonio (20<sup>0</sup>/o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- 3512 d Fosfato di-amonio (20<sup>0</sup>/o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

### Plaguicidas

- 3512 e DDT
- 3512 f Herbicidas de hidrocarburos clorados
- 3512 g Carbamatos
- 3512 h Paratión



3513	Resinas sintéticas, plásticos y fibras
3513 a	Fibras de rayón
3513 b	Elastómeros vulcanizables - caucho sintético
3513 c	Polioléfinas (polietilenos)
3513 d	Resinas de poliestireno y copolímeros
3513 e	Resinas vinílicas (PVC)
3513 f	Resinas de poliéster y alquídicas
3513 g	Resinas fenólicas
3513 h	Resinas acrílicas (polímero a granel)
3513 i	Resinas acrílicas (polímero emulsionado)
3521	Manufactura de pinturas, barnices y lacas
3522	Manufactura de drogas y medicinas
3522 a	Productos biológicos
3522 b	Productos médicos, químicos y botánicos
3523	Jabones y limpiadores
3523 a	Jabón de hervor en caldera
3523 b	Jabón de ácidos grasos
3523 c	Detergentes
3523 d	Refinación de glicerina
3523 e	Detergentes líquidos
3529	Manufactura de goma animal (a partir de materias primas tales como carne, cuero y cromo)
3530	Refinación de petróleo
3530 a	Refinerías de destilación primaria
3530 b	Refinerías de pirólisis a presión baja
3530 c	Refinerías de pirólisis a presión alta
3530 d	Refinerías de aceite de lubricación
3530 e	Refinerías petroquímicas
3530 f	Refinerías integrales
3530 g	Re-refinación de aceite lubricante gastado

#### **MANUFACTURA DE PRODUCTOS MISCELANEOS DEL PETROLEO Y CARBON**

3540	Manufactura de productos asfálticos
3540 a	Pavimentación asfáltica
3540 b	Techado asfáltico
3540 c	Fieltro para construcción y hormigón

#### **MANUFACTURA DE PRODUCTOS DE CAUCHO**

3551 a	Manufactura de llantas y cámaras
3551 b	Otros productos de caucho

#### **INDUSTRIA DE MINERALES NO METALICOS**

3610	Manufactura de cerámica, porcelana y loza de barro
3620	Manufactura de vidrio y productos de vidrio
3621	Manufactura de productos de arcilla estructural
3692	Manufactura de cemento
3697	Manufactura de cal

#### **INDUSTRIA METALICA BASICA**

3710	Industria del hierro y el acero
3710 a	Horno de coque metalúrgico

- 3710 b Horno de chorro
- 3710 c Horno de acero BOF
- 3710 d Horno de acero abierto
- 3710 e Horno de acero de arco eléctrico
- 3710 f Fundidoras de acero e hierro gris
- 3720 Industria básica de metales no ferrosos
- 3720 a Manufactura de aluminio a partir de bauxita
- 3720 b Fundición primaria de aluminio
- 3720 c Fundición secundaria de aluminio
- 3720 d Fundición de cobre a partir de minerales sulfurados
- 3720 e Refinación electrolítica de cobre
- 3720 f Fundición secundaria de cobre
- 3720 g Fundidoras de latón y bronce
- 3720 h Fundición de plomo a partir de mineral
- 3720 i Fundición secundaria de plomo y refinación
- 3720 j Fundición primaria de estaño y refinación
- 3720 k Fundición primaria de zinc
- 3720 l Tratamiento secundario de zinc
- 3720 m Fundición primaria de antimonio
- 3720 n Fundición primaria de mercurio y refinación
- 3720 o Fundición primaria de titanio y refinación

#### **MANUFACTURA DE PRODUCTOS METALICOS, MAQUINARIA Y EQUIPO**

- 3840 a Enseres domésticos
- 3840 b Galvanoplastia
  - Depósito de cobre
  - Depósito de níquel
  - Depósito de cromo
  - Depósito de zinc
- 3841 Construcción de barcos
- 3843 Manufactura de vehículos automotores

#### **ELECTRICIDAD, GAS Y VAPOR**

- 4101 a Plantas termoeléctricas de lignito
- 4101 b Plantas termoeléctricas de carbón bituminoso
- 4102 Manufactura de gas a partir de hornos de coque

## 5. EVALUACION RAPIDA DE LAS FUENTES DE CONTAMINACION Y DESECHOS

### 5.1 Descripción del método

Una vez que las principales fuentes de datos e información han sido identificadas y clasificadas, el siguiente paso consiste en completar los cuadros de trabajo de los Anexos 1 al 5. Las secciones siguientes describen los cuadros de trabajo y discuten los datos requeridos para completarlas.

Los cuadros de trabajo proporcionan una clasificación concisa de todas las actividades mayores causantes de contaminación y productoras de desechos y enlista los factores de carga de desechos y contaminación correspondientes. Los cuadros incluyen columnas para anotar en ellas los datos requeridos y las cargas de desechos y contaminación calculadas. Debe advertirse que, para algunos procesos industriales complejos, los factores deberán ser simplificados a fin de obtener los factores globales promedio para los cuales los datos de entrada están normalmente disponibles. Asimismo, para la mayoría de las industrias los datos requeridos se encuentran en términos de toneladas de producto obtenido; normalmente estos datos son los que se obtienen con más facilidad y los más exactos.

Mientras que los factores que se dan en los cuadros pueden no ser muy precisos a nivel de industrias individuales, generalmente proporcionan cargas de desechos y contaminación suficientemente exactas en regiones donde hay muchas industrias similares y donde los promedios de producción son estadísticamente válidos.

### 5.2 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión estacionarias

Los factores de emisión para combustión estacionaria de diversos tipos de combustibles se enlistan en el Cuadro 1.1 en el Anexo 1. Los hornos de combustión han sido clasificados en tres categorías de tamaño: hornos de plantas generadoras (normalmente de gran magnitud); hornos industriales y comerciales (normalmente de tamaño medio) y hornos domésticos pequeños, con el objeto de tomar en consideración algunas diferencias en las cargas de emisión normalizadas.

Por lo general, es sencillo encontrar datos de consumo global de combustible para un área de estudio, pero frecuentemente es difícil determinar las proporciones

que se queman en hornos grandes, medianos y pequeños. Los datos de consumo de combustible en plantas generadoras de electricidad son, normalmente, fáciles de obtener dado que son pocas las unidades de esa magnitud. Es más fácil, sin embargo, estimar como se divide el consumo de combustible remanente entre los usos industriales y domésticos. Para averiguar estos datos uno puede utilizar información suplementaria.

Por ejemplo, si sólo se permite el uso de petróleo destilado para calefacción en el área de estudio, uno puede estimar que el petróleo residual es consumido en hornos industriales y comerciales. En todo caso, como lo muestra el Cuadro 1.1 (Anexo 1), las diferencias entre las cargas de emisión calculadas para hornos pequeños y medianos son bajas y las inexactitudes tienen poco efecto en los cálculos globales de carga de emisión.

Se hace hincapié en el hecho de que la mayoría de las agencias gubernamentales y las compañías distribuidoras de combustibles, frecuentemente excluyen de sus datos de consumo global de combustible aquéllos utilizados por industrias muy grandes sobre todo si existen líneas de abastecimiento fuera del mercado normal. Además, la cantidad de combustible consumido por refinerías frecuentemente no se incluye en los datos de uso total de combustible, dado que estos cálculos tienden a iniciarse a partir de los productos de refinación.

Por otro lado, algunas industrias pueden usar combustible en el proceso de producción en vez de quemarlo. Las plantas petroquímicas, por ejemplo, utilizan cantidades considerables de hidrocarburos como materia prima; de la misma manera, las plantas de amoníaco utilizan gas natural.

Los puntos mencionados anteriormente pueden aclararse antes de que se hagan los cálculos de carga de contaminación y, siempre que sea necesario, debe buscarse información suplementaria.

Información adicional, tal como la localización de las fuentes principales (por ejemplo plantas generadoras de electricidad), alturas de chimeneas, direcciones de vientos y topografía, ayudarán a hacer una evaluación gruesa del impacto de las principales fuentes de emisión sobre la población y establecer los probables requerimientos de monitoreo del aire.

### 5.3 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes móviles de combustión

El Cuadro 1.2 (Anexo 1) enlista los factores promedio de emisión para: vehículos de transporte carre-

ro, aeroplanos durante el despegue y aterrizaje, barcos atracados y turbinas estacionarias.<sup>1</sup>

(11)

Las cargas de contaminación debidas a tráfico carretero puede calcularse de dos modos diferentes.

El primero se basa en los datos calculados por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. y es más apropiado para vehículos de diseño norteamericano. Estos factores permiten hacer los cálculos de carga de contaminación para vehículos ligeros y pesados que utilicen tanto gasolina como diesel en base al kilometraje total conducido por año de cada categoría de vehículos; estos datos pueden estimarse a partir del número de vehículos registrados y las cifras correspondientes de distancias medias recorridas. Dado que datos confiables de este tipo pueden ser difíciles de obtener, las cargas de contaminación por tráfico carretero se calculan con mayor frecuencia, en base al consumo total de gasolina y diesel por año; los factores por este método se derivan de cálculos europeos. Los factores se expresan en unidades que corresponden a datos fácilmente obtenibles en oficinas gubernamentales o en compañías distribuidoras de combustible.

Información adicional sobre la localización de los principales aeropuertos y estaciones con turbinas de gas (incluyendo la altura de sus chimeneas), direcciones del viento, topografía del área, etc. ayudarán a elaborar una evaluación gruesa de los impactos de las mayores emisiones de esta categoría sobre la población.

(isp)

#### 5.4 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de la contaminación del aire provenientes de fuentes industriales

El Cuadro 1.3 (Anexo 1) enlista los factores de carga promedio de las emisiones a la atmósfera para procesos industriales encontrados comúnmente en áreas urbanas o zonas industriales.

Dado que la reacción pública hacia la contaminación del aire debida a industria pesada cercana, es mucho más fuerte que hacia otros tipos de contaminación, frecuentemente se instalan con anticipación equipos de control de emisiones de aire en las industrias, mismos que operan mejor que los equipos de control de la contaminación del agua, a menudo aún antes que las autoridades responsables del control de la contaminación lleguen a la etapa de imponer efectivamente medidas de control de desechos y contaminación. Por otra parte, las medidas de control de la contaminación del aire están asociadas con eficiencias de producción considerablemente mayores para algunos tipos importantes de industrias. Una planta cementera por ejem-

(un yep)

<sup>1</sup> Las turbinas estacionarias se incluyen en esta categoría debido a que los datos de consumo de combustible para éstas, normalmente se obtienen junto con los datos de fuentes móviles de combustión.

plo, sin ningún equipo de control de la contaminación, emite el equivalente al 17% de su producto final al aire. En forma similar, las grandes cantidades de CO emitidas por hornos de chorro sin equipo de control de polvos, no pueden utilizarse con propósitos de calentamiento (se emiten 875 kilos de CO por tonelada de hierro producido). Por consiguiente, para plantas tan grandes debe tomarse en consideración una evaluación de los controles existentes si se espera obtener resultados significativos; el Cuadro 1.3 también incluye factores para diversos contaminantes del aire atrapados por varios equipos de control de contaminación en diferentes industrias. La información referente a los tipos de equipo de control en las principales plantas industriales en un área de estudio dada, debe ser fácilmente obtenible debido a que, generalmente, hay muy pocas de estas plantas a considerar.

Algunas veces, aún a las industrias más pequeñas y a las casas dentro de las ciudades debe requerirse que tengan algún tipo de colector de polvos u otro equipo para el control de la contaminación del aire; sin embargo, los factores proporcionados en el Cuadro 1.1 (Anexo 1) para tales fuentes de combustión, están basados en la suposición de que tales equipos rara vez funcionan con óptima eficiencia.

Información adicional relativa a la localización de las principales industrias que contaminan el aire, altura de las chimeneas, direcciones del viento y topografía del área, son importantes en la realización de evaluaciones gruesas del impacto de tales emisiones sobre la población y en la identificación de requerimientos de monitoreo ambiental.

#### 5.5 Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de la disposición de desechos sólidos

El Cuadro 1.4 (Anexo 1) resume los factores de emisión al aire para procesos comunes de disposición de desechos sólidos.

La información requerida para llenar este cuadro incluye; las cantidades de desechos sólidos procesados; el tipo de combustión utilizada y, para el caso de incineradores municipales o industriales, si se están tomando o no medidas para el control de la contaminación del aire.

Información suplementaria acerca de la localización de incineradores o zonas de quema, es esencial para evaluar el impacto de estas emisiones en el área de estudio.

ocasionalmente si datos relativamente sin importancia son obtenidos y procesados. La experiencia previa en el cotejo de datos será ciertamente, de gran ayuda para minimizar el trabajo y asegurará la exactitud de los resultados finales. Si el grupo de trabajo solo tiene experiencia limitada en manejo de datos, puede resultar ventajoso minimizar el riesgo de omisiones mayores con trabajo adicional.

Durante los procesos de inventariado, todos los datos recolectados deben ser organizados, evaluados críticamente y, siempre que sea posible, comprobados. Este proceso ayudará a identificar las áreas para las cuales no existen datos, de modo que debe ponerse especial énfasis en esas áreas. Obviamente, no toda la información requerida puede obtenerse de departamentos gubernamentales; por esta razón, debe buscarse información adicional ya sea a través de empleados de gobierno con experiencia o de contactos directos con la industria. De nuevo, este proceso puede tomar bastante tiempo por lo que debe buscarse un balance entre la necesidad de algunos datos en particular y el esfuerzo requerido para obtenerlos. La experiencia ayuda a reducir la magnitud de este trabajo sin sacrificar mucho su exactitud. Ejemplos típicos de información adicional que puede obtenerse a través de contactos directos incluyen: la información sobre los tipos de equipos de control de la contaminación del aire e industrias claves tales como plantas cementeras y hornos de chorro; los detalles de procesos involucrados en otras plantas claves como las industrias de fertilizantes; información sobre la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales, y la información acerca de dónde pueden encontrarse datos faltantes de importancia.

La comprobación de los datos con información de otras fuentes es, frecuentemente, posible y altamente deseable dado que es la mejor manera de medir la exactitud de los resultados. Si datos importantes de varias fuentes de información están en desacuerdo significativo, una investigación sobre su origen frecuentemente proporciona una buena base para la formulación de suposiciones más razonables. En todo caso, la confiabilidad de los datos junto con las deficiencias y desacuerdos que pueden presentarse, deberán quedar claramente indicadas en el informe final. Esto permitirá una evaluación global de la exactitud de los resultados y posibilitará que grupos futuros de trabajo llenen los faltantes de información en el inventario.

Como ejemplo, el volumen de producción de desechos sólidos municipales puede ser comprobado determinando la frecuencia de recolección de la basura, el número y tamaño de los camiones recolectores involucrados y la eficiencia relativa de compactación de estas unidades. Esos resultados pueden correlacionar-

se con los volúmenes de desechos estimados a partir del cuadro de trabajo. En forma similar, el grupo debe buscar cualquier dato disponible sobre medidas de cargas de contaminación en el área de estudio y luego usarlas para confirmar los factores de desecho proporcionados en los cuadros de trabajo.

Las fuentes de todos los datos recabados deben documentarse en forma completa para permitir una futura verificación y actualización.

## 6.2 Autoridad para acceso a los datos

En el curso de su tarea, el grupo encargado de realizar el inventario deberá obviamente entablar contacto con muchas agencias gubernamentales, autoridades locales, asociaciones industriales y otras instituciones.

Es deseable obtener autorización escrita para lograr el acceso tanto a datos publicados como no publicados, ya que esto permitirá a los servidores públicos revelar información sin el temor a sufrir posibles consecuencias. Los asuntos industriales frecuentemente requieren también de tal autorización gubernamental antes de revelar datos de producción y proceso o aún permitir visitas a las instalaciones. La autorización debe incluir referencias a los estatutos y reglamentos apropiados y debe ser expedida por el ministro idóneo o por un funcionario gubernamental de jerarquía equivalente.

Sin embargo, la autorización por si sola no es suficiente, ya que el elemento más importante en este tipo de trabajo es el establecimiento de un espíritu de verdadera cooperación entre el grupo de trabajo y las agencias e industrias involucradas. En lugares donde existe competencia entre varias agencias gubernamentales por la autoridad sobre el trabajo de control de la contaminación, es deseable asignar las tareas de inventario a un equipo de trabajo que no esté asociado directamente con ninguna de ellas, o hacer que todas las agencias en competencia participen en esto para asegurar la cooperación de todas las partes involucradas.

## 6.3 Lista de posibles fuentes de datos

La mayor tarea para el equipo de trabajo es la de localizar todas las fuentes principales de información del gobierno y extraer los datos requeridos de ellas. A fin de facilitar esta tarea, se proporciona a continuación una lista que resume los tipos de información necesaria más importante y los lugares posibles de los que esta información puede obtenerse. Por supuesto, esta lista de ningún modo es exhaustiva dado que las fuentes de datos variarán en diferentes países dependiendo de la estructura de los servicios.

Tipo de datos	Posibles fuentes	Ministerio de Pesca.
Población.	Anuarios estadísticos. Reportes de censos. Estudios de plan maestro. Agencias de planeación o desarrollo nacional.	Agencias de planeación regional. Departamentos locales de salud. Universidades.
Recolección y disposición de aguas negras.	Ministerio de Obras Públicas. Organizaciones responsables del alcantarillado. Municipios.	Datos de calidad del aire y de emisiones a la atmósfera. Ministerio de Salud o del Ambiente. Autoridades para el control de la contaminación del aire. Universidades.
Abastecimiento de agua.	Ministerio de Obras Públicas. Ministerio de Salud. Compañía de Agua. Municipios.	Datos meteorológicos. Servicios meteorológicos. Autoridades de aeropuertos. Universidades.
Actividad industrial.	Ministerio de Industria o de Comercio. Agencias de Planeación o de Desarrollo Económico Nacional. Ministerio, autoridad o compañía de Electricidad. Agencias de contribuciones. Gobiernos locales. Asociaciones industriales. Ministerio de Producción Animal. Autoridades de control de contaminación de aire y agua.	Datos de desechos sólidos. Autoridades locales. Ministerio del Ambiente. Compañías privadas para disposición de desechos. Agencias de planeación o de desarrollo regional.
Datos de consumo de combustible.	Ministerio de Energía. Ministerio de Industria. Agencias de contribuciones. Refinerías o compañías distribuidoras de petróleo	<b>6.4 Confiabilidad de los datos</b>
Datos de tráfico carretero.	Ministerio de Transporte.	El antecedente informativo sobre población, establecimientos industriales y facilidades comerciales, frecuentemente se encuentra disponible a través de agencias nacionales encargadas de censos de población, manufactura y comercio. La exactitud de estos datos puede variar considerablemente y, cuando sean menos confiables, debe hacerse un esfuerzo para verificarlos y comprobarlos al máximo posible con información de otras fuentes. Por ejemplo, la cantidad total de combustible consumido por vehículos de transporte carretero, puede estimarse exactamente a partir del registro de contribuciones, si se conocen tanto la cantidad total de impuestos recabados por la venta de combustible como el impuesto por litro. Esto puede ser comprobado con el número de vehículos registrados y con los recuentos actuales de tráfico.
Datos de actividad en aeropuertos.	Autoridades de aeropuertos. Ministerio de Transporte.	Inevitablemente, existirán deficiencias de datos por lo que deberán hacerse suposiciones en algunos casos a fin de completar los cálculos. Esto es bastante aceptable en estudios de evaluación rápida, siempre y cuando los datos puedan justificarse posteriormente. Sin embargo, todas las deficiencias de datos deberán ser claramente indicadas con el objeto de ayudar a evaluar la precisión global de las estimaciones y permitir el mejoramiento futuro de los inventarios.
Datos de actividad portuaria	Autoridades de puertos. Ministerio de Transporte.	Aunque los factores de carga de desechos y contaminación incluidos en este libro darán resultados satisfactorios en la mayoría de las áreas de estudio, pueden ser perfeccionados y adaptados a áreas de estudio
Datos de calidad del agua y de descargas de aguas residuales.	Instituto de Oceanografía. Ministerio de Salud. Autoridades fluviales. Autoridades para el control de la contaminación del agua.	

específicas en la medida que se gana experiencia en su uso. También, pueden añadirse nuevas industrias a los cuadros para reflejar con mayor exactitud las condiciones locales. Tales refinamientos, junto con el aumento en el número de personal experimentado, se espera incrementen la veracidad de los resultados y, consecuentemente, mejoren la planeación ambiental.

## **7. ANALISIS Y USO DE DATOS DE EVALUACION RAPIDA**

El reporte de evaluación rápida debe discutir, al menos en forma cualitativa, el impacto ambiental de las cargas de desechos y contaminación calculadas, incluyendo posibles riesgos a la salud y principales problemas de contaminación del agua, aire y suelo.

En áreas con problemas reales (o supuestos) de desechos o contaminación, o en aquéllas donde se sospecha que las hay, es posible utilizar estudios de evaluación rápida para fijar prioridades a nivel nacional relacionadas con la distribución de los recursos financieros, mano de obra y de laboratorio y revisar los planes de uso del suelo. A nivel local, se espera que los estudios de evaluación rápida proporcionen una contribución directa o ayuda en la:

- Definición de acciones de control ambiental de alta prioridad.
- Organización de inspecciones de fuentes de desechos y contaminación más efectivas y detalladas.
- Organización de los programas más apropiados de monitoreo ambiental.
- Evaluación del impacto de estrategias propuestas de control de la contaminación, ayudando así a establecer las medidas de control adecuada; y
- Evaluación del impacto de proyectos de desarrollo industrial propuestos y selección de su adecuada localización así como de las medidas de control necesarias para su operación segura.

Identificando las mayores fuentes de desechos y contaminación que tienen impacto significativo en el bienestar de la población y en la calidad de los recursos naturales, pueden planearse estudios continuos de control de la contaminación de alta prioridad, para lograr un manejo efectivo de la misma. Si en un estudio de evaluación rápida se encuentra que existe un extenso deterioro ambiental y si la mano de obra especializada y otros recursos son limitados, los estudios continuos deben evitarse y los escasos recursos deben utilizarse para el control ambiental de inmediato. Frecuentemente, las medidas sencillas de manejo ambiental tienen un impacto significativo. De este modo, es posible derivar directamente acciones de control am-

biental de alta prioridad a través de estudios de evaluación rápida.

Cuando se planeen medidas de manejo de desechos y contaminación, deben considerarse seriamente las restricciones existentes relacionadas tanto con su implementación como en su cumplimiento. Las más importantes de estas restricciones son:

- Falta de recursos financieros y, frecuentemente, falta de divisas extranjeras particularmente en los casos en que tanto el equipo como la tecnología tienen que importarse;
- Falta de mano de obra especializada incluyendo diseñadores calificados, operadores del equipo de control, técnicos de laboratorio, planificadores hábiles, inspectores y científicos.

No obstante, por medio de una apropiada planeación, muchas de las restricciones mencionadas pueden disminuirse hasta cierto punto e identificar un número de medidas sumamente sencillas y muy efectivas. Si se decide por ellas, tales medidas deben quedar claramente explicadas en el informe.

Al organizar estudios continuos más detallados en áreas complejas con muchos tipos de fuentes de contaminación, deben considerarse dos puntos importantes:

- (1) Darse la más alta prioridad a las fuentes identificadas durante el estudio de evaluación rápida como generadoras de las mayores cargas de contaminación y desechos. El análisis de fuentes de desechos y contaminación de menor importancia y un gran número de industrias pequeñas, puede aplazarse sin afectar seriamente los resultados del estudio.
- (2) La existencia de variaciones considerables en las proporciones de las descargas y en la composición de los efluentes, debidas a las diferencias en los procesos de tratamiento de efluentes y a las variaciones estacionales son la regla, más que la excepción. Por lo tanto, el muestreo fidedigno y las mediciones de los efluentes provenientes de cada fuente requieren de esfuerzos significativos por un período largo de tiempo (generalmente un año cuando menos) para obtener resultados significativos.

El reporte del estudio de evaluación rápida debe proporcionar una lista de las fuentes principales de contaminación líquida, sólida y del aire en el área de estudio. Esto fija automáticamente las prioridades a seguir para un trabajo de reconocimiento a partir de fuentes más detalladas.

Al organizar los programas de monitoreo ambiental, resulta de gran ayuda la identificación previa de los

sitios donde pueden esperarse niveles máximos de contaminación así como de los contaminantes que deben monitorearse. Con este tipo de información, la cual puede deducirse de los reportes de estudios de evaluación rápida, pueden organizarse programas de monitoreo ambiental de modo que se haga el mejor uso de los laboratorios existentes, permitiendo al mismo tiempo la planeación de futuros requerimientos de laboratorio.

Mientras que los estudios de evaluación rápida se concentran en la descripción de problemas de contaminación previamente existentes, la misma metodología básica puede utilizarse para la evaluación del impacto de establecimientos industriales planeados en varios sitios o en someter a prueba el impacto de las medidas de control de la contaminación en industrias planeadas o existentes. Así, estos estudios ofrecen una valiosa asistencia en estudios de planeación de usos del suelo y reducción de la contaminación en etapas avanzadas del esfuerzo de abatimiento de la misma.

## 8. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL Y CAPACITACION

Los estudios de evaluación rápida deben realizarse normalmente por grupos pequeños de uno a tres profesionales de tiempo completo (científicos calificados o ingenieros) trabajando en colaboración muy estrecha. Los profesionales necesitan ser apoyados por un número equivalente de técnicos cuyo papel principal es el de organizar y tabular los datos. Otro personal que se requiere es una mecanógrafa y un redactor de documentos.

Normalmente, un estudio de evaluación rápida debe tomar alrededor de un mes en completarse en áreas de escasa complejidad y no más de tres meses en las áreas metropolitanas más complejas. Si el tiempo asignado es demasiado corto, puede no ser posible recabar todos los datos requeridos y, por ende, la exactitud del estudio puede verse afectada. Por otro lado, si el grupo de trabajo invierte mucho tiempo en completarlo, existe la posibilidad de que se pase de una evaluación rápida a una labor de reconocimiento más detallada. Como se discutió en la Sección 7, las investigaciones ambientales detalladas deben posponerse hasta que el estudio de evaluación rápida haya sido terminado.

El elemento clave de tales investigaciones es la habilidad del personal de análisis. Dado que el procedimiento del estudio es simple, se apoya fuertemente en la intuición, buen juicio y experiencia del grupo de trabajo para obtener resultados significativos. De ahí que el equipo profesional deba estar integrado por ingenieros o por personas que tengan un título científico, y que cuente con experiencia previa en planeación y

control ambiental. También deben tener algún conocimiento sobre los procesos de producción básicos de la industria en el área de estudio, del origen y características de los efluentes provenientes de dichas industrias y los métodos de tratamiento de las descargas involucradas.

El equipo de análisis debe seleccionarse a partir de las plantillas de personal de salud ambiental nacionales o locales, dado que el propósito del estudio, adicionalmente a la evaluación rápida de fuentes de contaminación y desecho y sus problemas relacionados, es el de desarrollar pericia, a nivel nacional o local en la metodología de reconocimiento ambiental. Asimismo, dado que los programas de protección ambiental constituyen una actividad continua, es esencial que las plantillas de personal nacionales o locales se involucren desde el principio. De este modo, expertos ajenos deben contratarse solamente para proporcionar capacitación sobre la marcha al personal de análisis local, mismo que tendrá más tarde la capacidad de tomar cualquier acción complementaria si es necesario.

## 9. PRESENTACION DEL INFORME DE UN ESTUDIO DE EVALUACION RAPIDA

A continuación se recomienda un lineamiento general con breve descripción de los elementos claves para un informe de estudio de evaluación rápida.

**Introducción.** La introducción debe incluir: la razón de llevar a cabo el estudio, sus objetivos principales, algunas palabras relacionadas con su autorización y una breve descripción de la metodología así como de los usos y limitantes de los resultados del estudio.

**Conclusiones y recomendaciones.** Las cargas de contaminación y desechos de aire, suelo y agua deben resumirse separadamente. Las fuentes principales de contaminación y desechos y cualquier problema de salud existente en el área, deben indicarse también. Si se requiere de algunas medidas de control u otras actividades complementarias, el grupo de trabajo debe presentarlas en esta sección en forma de recomendaciones.

**Antecedentes generales.** Debe presentarse una descripción del área de estudio. Esta incluirá límites geográficos de la misma, así como la mención de las características geográficas e hidrológicas prominentes. El área podría compararse con el país en su totalidad en términos de población y de sus tendencias, de actividad industrial, de desarrollo económico, etc. También será útil una breve descripción sobre los usos de agua y combustible, número de vehículos de motor, sistemas de disposición de aguas residuales y de basura, clima, etc. Es esencial un mapa del área de estudio.



**Actividad industrial.** Los procedimientos de recolección de datos deberán presentarse junto con cuadros incluyendo las plantas industriales significativas y las tasas de producción. Deberá hacerse referencia a las fuentes de datos así como discutirse su confiabilidad.

**Emisiones al aire provenientes de fuentes de combustión estacionarias.** El consumo de combustible por parte de plantas generadoras de electricidad, industrias y locales comerciales y calefacción doméstica, deberá analizarse por tipo de combustible e incluirse un sumario de las emisiones estimadas de partículas, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y monóxido de carbono.

**Emisiones al aire provenientes de fuentes de combustión móviles (motores).** Deben presentarse datos del combustible utilizado (diesel y gasolina). Habrá que exponer estadísticas relativas al número y tipo de vehículos de motor, kilometraje, etc. y deberán calcularse datos de emisión. La contaminación del aire proveniente de aeropuertos y puertos marinos también debe medirse y presentarse en caso de que existan.

**Emisiones al aire provenientes de procesos industriales.** Como antes, las tasas de emisión para cada uno de los procesos principales deben calcularse y presentarse. Es importante resumir estos datos por tipo de fuente, haciendo énfasis en las más significativas y en cualquier riesgo potencial a la salud causado por emisiones tóxicas.

**Emisiones al aire provenientes de la disposición de desechos sólidos.** La incineración o la quema al aire libre de desechos sólidos domésticos u otros desperdicios industriales y lodos, deberán ser consideradas y calcularse sus correspondientes cargas de emisión al aire.

**El problema de la contaminación del aire.** Debe describirse la meteorología del área de estudio en relación a las direcciones y velocidades de los vientos predominantes, tomando nota tanto de la localización de las fuentes como de los centros de población. Las cargas de contaminación del aire calculadas deberán revisarse en relación a la meteorología del área y a las contribuciones por cada tipo de fuente emisora. Las industrias y áreas que requieran controles de emisiones al aire deberán ser indicadas. Finalmente deberán presentarse las conclusiones apropiadas.

**Efluentes provenientes de fuentes industriales.** Deberá presentarse un resumen de las descargas de desechos industriales estimadas por tipo de industria. Deberán hacerse comparaciones entre las descargas de cada tipo y hacerse énfasis en cualquier descarga de materiales tóxicos o peligrosos. Las descargas deberán clasificarse también de acuerdo a los cuerpos receptores. De ser posible, deberá incluirse un mapa indicando la localización de las fuentes principales.

**Efluentes provenientes de fuentes domésticas.** Deberán presentarse los datos de población y de su tendencia en detalle y las fuentes de información deben incluirse en una lista de referencia. Los sistemas existentes de colección y disposición de aguas negras deberán caracterizarse según si son áreas con o sin servicio de alcantarillado, si son cuerpos receptores de aguas, etc. Las cargas de desechos calculadas deberán mostrarse y deberá discutirse la distribución de dichas cargas en el área de estudio.

**El problema de la contaminación del agua.** Deberán analizarse las características de los cuerpos de agua que reciben descargas industriales y domésticas, así como los efectos posibles o reales de estas descargas en los cuerpos de agua. Cualquier dato disponible en relación a la calidad del agua en los cuerpos receptores debe resumirse enfatizando los puntos significativos (por ejemplo, falta de oxígeno disuelto y concentración de sustancias tóxicas). Las prácticas actuales de tratamiento de desechos y los planes para sistemas adicionales de tratamiento deberán ser examinados. Asimismo, deberán describirse los sistemas de abastecimiento y distribución de agua del área en cuestión. Finalmente, las conclusiones generales sobre la extensión del problema de la contaminación del agua, deberán presentarse haciendo un especial énfasis en cualquier problema potencial a la salud humana.

**Desechos sólidos provenientes de fuentes industriales.** Deberá presentarse un resumen de las cantidades estimadas de desechos sólidos generados por tipo de industria. La posibilidad de riesgos ambientales o a la salud pública asociados con estos desechos, deberá ser valuada. Se deberán destacar las fuentes industriales de desechos sólidos no incluidas en los cuadros de trabajo. Deberá discutirse el mecanismo de disposición de estos desperdicios, indicando los sitios de colocación en un mapa del área de estudio.

**Desechos sólidos provenientes de fuentes domésticas.** Deberán resumirse las cantidades calculadas de desechos sólidos y hacer una extrapolación de las cantidades futuras en base a las tendencias de la población. Deberá describirse tanto el sistema de recolección de basura, como su transporte y disposición e indicarse los sitios de colocación en un mapa del área de estudio.

**El problema de los desechos sólidos.** Deberá hacerse una evaluación de las prácticas actuales de disposición de desechos y de los sitios de colocación así como de cualquier problema asociado con la salud pública o el ambiente. Problemas tales como la recolección inadecuada o intermitente, basureros no controlados, infestación de los lugares de disposición por ratas, parásitos u otros vectores de enfermedades (animales que se alimentan de carroña, etc.), deberán ser destacados y recomendadas las medidas posibles para mejoras inmediatas. Deberán incluirse, siempre que sea conveniente los métodos para reducir el volumen de des-

chos sólidos por medio de recirculación, segregación de los desechos peligrosos, o por conversión de los desperdicios domésticos en productos útiles (tales como fertilizantes o metano).

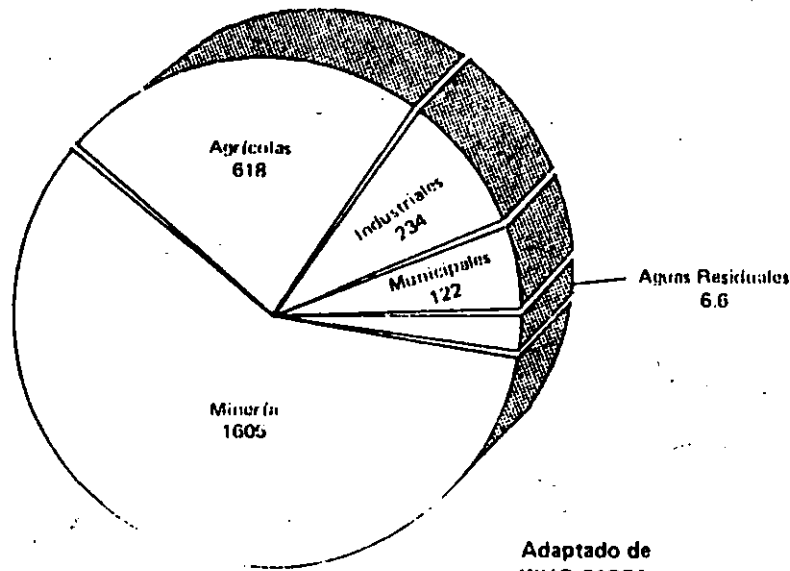
Deben hacerse los agradecimientos que vengan al caso y anexarse cualquier información adicional.

Finalmente, en el informe se deberá hacer el máximo uso posible de presentaciones gráficas para apoyar el texto. Adicionalmente a los cuadros, los diagramas como los que se muestran en las Figuras 1 y 2, pue-

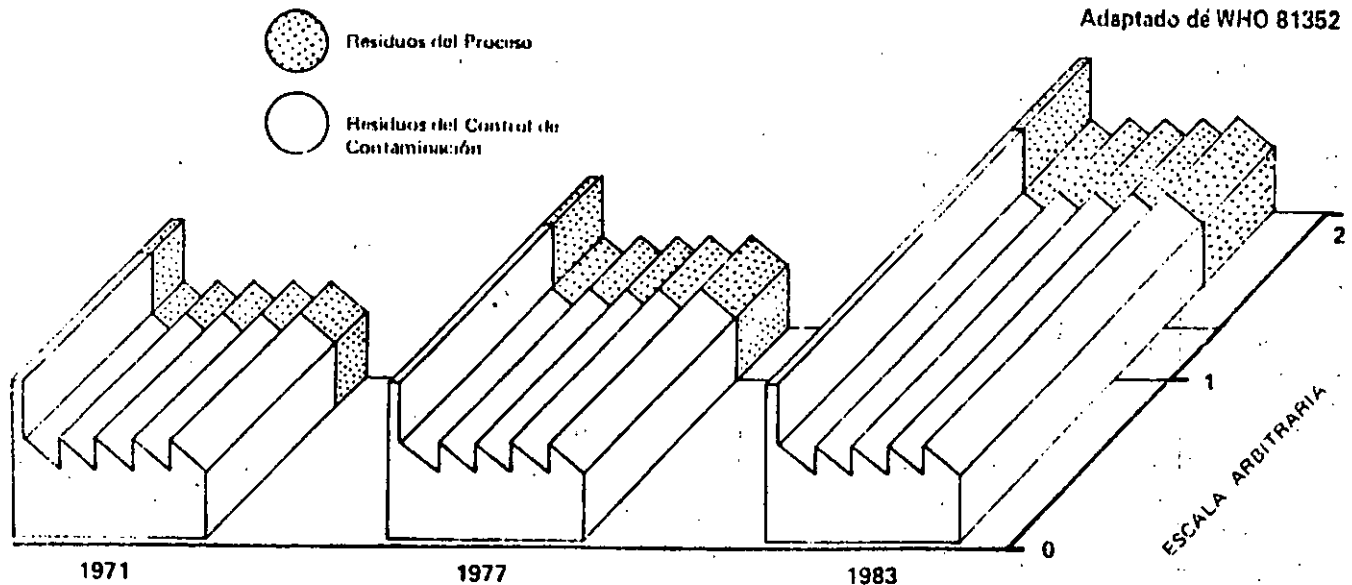
den proporcionar una comprensión rápida y clara de la distribución de las cargas de contaminación, la magnitud del problema, etc. Esto hace que el reporte sea más fácil de entender.

La Figura 1 es un ejemplo de gráfica en forma de pastel y que puede utilizarse para comparar las fuentes de cargas de contaminación, como se muestra, o presentar el impacto relativo de las diferentes fuentes de contaminación. La Figura 2 es ejemplo de gráfica en forma de barras y es especialmente útil para mostrar el impacto del crecimiento y desarrollo económico o las medidas de control de la contaminación.

**EJEMPLO 1.** Residuos Industriales Estimados en Proporción con (Versus) Otros Residuos (Peso Seco en Millones de Toneladas por Año)



**EJEMPLO 2.** Proyección del Aumento de Cantidades de Desechos Combinados para Cuatro Industrias Representativas (Productos Orgánicos, Inorgánicos, Papel, Acero y Fundición de Metales no Ferrosos)



# **ANEXO 1.**

## ***Cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión móviles y estacionarias e industriales***

**Cuadro 1.1** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación de aire provenientes de fuentes de combustión estacionarias.

**Cuadro 1.2** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión móviles.

**Cuadro 1.3** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes industriales.

**Cuadro 1.4** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación provenientes de la disposición de desechos sólidos.

**Cuadro 1.5** Cuadro en blanco para el cálculo de cargas de contaminación para industrias no enlistadas en el Cuadro 1.3.

CUADRO 1.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES DE COMBUSTION ESTACIONARIAS

AREA .....  
AÑO .....

TIPO DE FUENTE	COMBUSTIBLE QUEMADO	UNIDAD	CONSUMO 103 UNIDADES POR AÑO	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDROCARBUROS		CO	
				kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año
PLANTAS GENERADORAS	Lignita	t		3.5 (A)		15 (S)		7		0.5		0.5	
	Antracita	t		8.5 (A)		19 (S)		9		0.15		0.5	
	Carbón Bituminoso	t		8 (A)		19 (S)		9		0.15		0.5	
	Acetate Combustible	t		1.04		19.9 (S)		13.2		0.13		0.66	
	Gas Natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		0.24		18.8 (S)		9.8		0.016		0.27	
SUBTOTAL				0.29		18.9 (S)		11.6		0.019		0.32	
HORNOCS INDUSTRIALES COMERCIALES	Lignita	t		3.5 (A)		15 (S)		3		0.5		1	
	Antracita	t		1 (A)		19 (S)		5		0.1		3	
	Carbón Bituminoso	t		5.5 (A)		19 (S)		7.5		0.5		1	
	Acetate Combustible	t		2.87		19 (S)		7.5		0.37		0.52	
	Acetate Residual, Destilado	t		2.13		20.1 (S)		7.5		0.41		0.59	
	Gas de Petróleo Licuado	m <sup>3</sup>		0.21		0.01 (S)		1.43		0.035		0.19	
	Gas Natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		0.38		0.02 (S)		2.6		0.065		0.35	
SUBTOTAL				0.29		6.8 (S)		3		0.048		0.27	
SUBTOTAL				0.34		20 (S)		3.6		0.058		0.32	
HORNOCS DOMESTICOS	Antracita (Quemado a mano)	t		5		18 (S)		1.5		1.25		45	
	Carbón Bituminoso (Quemado a mano)	t		10		19 (S)		1.5		10		45	
	Madera	t		13.7		0.5		5		1		1	
	Acetate Combustible, Destilado	t		0.37		20.1 (S)		2.72		0.14		0.75	
	Cueroson	t		3		17 (S)		2.3		0.4		0.25	
	Gas de Petróleo Licuado	m <sup>3</sup>		0.23		0.01 (S)		1		0.094		0.24	
	Gas Natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		0.42		0.02 (S)		1.8		0.17		0.44	
SUBTOTAL				0.302		16.8 (S)		1.3		0.128		0.32	
TOTAL				0.363		20 (S)		1.56		0.154		0.38	

NOTAS: Densidades específicas medias asumidas:  
 Acetate Combustible, Destilado 0.845  
 Acetate Combustible, Residual 0.957  
 Gas de Petróleo Licuado 0.55 \*  
 Gas Natural 0.882 Kg/m<sup>3</sup> \*\*

\* (Mezcla de 80% de butano y 20% de Propano)  
 \*\* (A temperatura y presión estándares)

△ Es el porcentaje de contenido de ceniza del combustible por peso  
 S Es el porcentaje del contenido de azufre del combustible por peso  
 Valores de eficiencia típica para el equipo de control de ceniza  
 Precipitadores electrostáticos 65% a 99%  
 Ciclón de alta eficiencia 30% a 90%  
 Ciclón de baja resistencia 20% a 80%  
 Cámara de asentamiento, base de chimenea expandida: 10% a 30%

CUADRO 1.2 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES

TIPO DE VEHICULO	UNIDAD	CONSUMO 10 <sup>3</sup> UNIDADES POR AÑO	PARTICULAS	
			kg por unidad	/año
Promedio global para transporte carretero de vehículos	10 <sup>3</sup> km		0.36	
Trabajo ligero con motor de gasolina (US)	10 <sup>3</sup> km		0.33	
Trabajo ligero con motor de diesel (US)	10 <sup>3</sup> km			
Trabajo pesado con motor de gasolina (US)	10 <sup>3</sup> km		0.52	
Trabajo pesado con motor de diesel (US)	10 <sup>3</sup> km t		0.75 1.88	
Motocicletas (US)			0.2	
Coches y camiones con motor de gasolina (EU)	t de combustible consumido		2.0	
Coches y camiones con motor de diesel (EU)	t de combustible consumido		2.4	
SUBTOTAL				
Aviones de fuselaje amplio	Número de aterrizajes y despegues		2	
Otros aviones de recorrido largo			2	
Aviones de recorrido medio			0.5	
Aviones turbohélice			1.5	
Aviones comerciales de aviación general de pistón			0.3	
			0.01	
SUBTOTAL				
Buques de vapor atracados	Número de barcos atracados		6.8	
Buques de motor atracados			7.5	
SUBTOTAL				
Turbinas de gas estacionarias:			0.77	
usando aceite combustible destilado	t		0.274	
usando gas natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			
SUBTOTAL				
TOTAL				

NOTA: Los factores de emisión de partículas para vehículos son considerados también para uso de neumáticos. Los factores estadounidenses de natural es medido a temperatura y presión estándar.

DE FUENTES DE COMBUSTION MOVILES

AREA .....

AÑO .....

SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDROCARBUROS		CO	
kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año
0.12		3.3		7.2		48	
0.08		3.2		6		40	
0.39		0.99		0.28		1.1	
0.16		5.7		9.9		81	
1.5		21		2.1		12.7	
19 (S)		62		6.2		32	
0.02		0.07		10		17	
0.64		10.3		14.5		377	
19 (6)		11		2.8		43.5	
3		50		19		74	
3		14		75		86	
1		11		6		18	
0.5		3		4		9	
0.2		1.8		1.5		4.2	
0.006		0.021		0.18		6.5	
138x5		90.7		4.1		0.036	
19.5		22.7		14.9		20.8	
20.1 (S)		9.7		0.8		2.2	
16.5		6.6		0.67		1.84	

Contaminación por automotores están basados en carros modelo 1970. S es el porcentaje del contenido de azufre del combustible por peso. El volumen de gas

CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES  
(Continuación)

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCTO (10 <sup>3</sup> UNIDADES /AÑO)	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO- CARBUROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
Emissiones misceláneas del proceso en refinerías de petróleo	m <sup>3</sup> de petróleo								2.5					
Emissiones misceláneas del proceso en refinerías nuevas	m <sup>3</sup> de petróleo								1.54					
Emissiones de tanques de almacenamiento														
Refinamiento de petróleo	m <sup>3</sup> capacidad								12.1					
Refinamiento de combustible para aviones de reacción	m <sup>3</sup> capacidad								4.4					
Refinamiento de Keroseno	m <sup>3</sup> capacidad								1.9					
Refinamiento de combustible destilado	m <sup>3</sup> capacidad								1.9					
Refinamiento de petróleo crudo	m <sup>3</sup> capacidad								10.6					
3540 Productos asfálticos														
3540 a Pavimentación asfáltica	t		22											
3540 b Techado asfáltico	t		2.3						0.8		0.5			
Manufactura de Productos Minerales no Metálicos														
3610 Cerámica, porcelana y loza de barro <sup>a</sup>	t		65											
3620 Vidrio y productos de vidrios <sup>a</sup>	t		1										F <sub>2-10</sub>	
3621 Productos de arcilla estructural <sup>a</sup>	t		65											
<b>SUBTOTAL E</b>														<b>F<sub>2</sub></b>

<sup>a</sup> Las emisiones de la quema del combustible han sido excluidas ya que han sido calculadas en otra parte (ver Cuadro 1.1 bajo hornos industriales y comerciales)

CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES  
(Continuación)

		AREA .....						AÑO .....							
INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCTO (10 <sup>3</sup> UNIDADES/ AÑO)	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO-CARBUIROS		CO		OTROS		
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	
<b>Manufactura de Cemento, Cal y Yeso</b>															
3692 a Planta manufacturera de cemento <sup>a</sup>															
(i)	Sin controles de emisiones atmosféricas		170												
(ii)	Con multiclones		34												
(iii)	Con precipitadores electrostáticos		8.5												
(iv)	Con precipitadores electrostáticos y multiclones		4.3												
3697 Planta manufacturera de cal <sup>a</sup>															
(i)	Con hornos giratorios, no controlados		170												
(ii)	Con hornos giratorios con ciclones		100												
(iii)	Con hornos verticales, no controlados		4												
<b>Industria Metálica Básica</b>															
3710	Industria del hierro y del acero	t de carbón	1.75		2.01		0.02		2.1		0.63		NH <sub>3</sub> -0.09		
3710 a	Horno de coque metalúrgico	t de coque	2.5		2.9		0.03		3		0.9		NH <sub>3</sub> -0.13		
3710 b	Horno de chorro														
(i)	Sin controles de emisiones atmosféricas	t	75								875				
(ii)	Con ciclón seco	t	30								50				
(iii)	Con purificador húmedo	t	7.5								10				
(iv)	Con verturi o con precipitadores electrostáticos	t	0.75								10				
SUBTOTAL F														NH <sub>3</sub>	

<sup>a</sup> Las emisiones de la quema del combustible han sido excluidas ya que han sido calculadas en otra parte (ver cuadro 1.1 bajo hornos industriales y comerciales)



CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES  
(Continuación)

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCTO (10 <sup>3</sup> UNIDADES/ AÑO)	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO- CARBUROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
Electricidad y Gas			(ver Cuadro 1.1)											
4101 Plantas generadoras	t de carbón		1.75		2.01		0.02		2.1		0.63		NH <sub>3</sub> 0.09	
4102 Manufactura de gas a partir de hornos de coque	t de coque		2.5		2.9		0.03		3		0.9		NH <sub>3</sub> 0.13	
	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de gas		3.75		4.31		0.04		4.5		1.35		NH <sub>3</sub> 0.19	
SUBTOTAL I													NH <sub>3</sub>	

CUADRO SINÓPTICO PARA EL CUADRO 1.3

Contaminante	Subtotales de Cantidades de Contaminantes									Cantidad de Contaminantes Total (t/año)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Partículas										
SO <sub>2</sub>										
Oxido de nitrógeno										
Hidrocarburos										
CO										
H <sub>2</sub> S										
CS <sub>2</sub>										
Fenoles										
NH <sub>3</sub>										
Cl <sub>2</sub>										
HCl										
F <sub>2</sub>										
Fluoruros										
HF										



CUADRO 1.5 CUADRO EN BLANCO PARA EL CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES PARA INDUSTRIAS NO ENLISTADAS EN EL CUADRO 1.3

AREA .....

AÑO .....

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCCION 10 <sup>3</sup> UNIDADES /AÑO	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO- CARBUROS		CO		OTROS				
			kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	

# **ANEXO 2.**

## **Cargas de contaminación provenientes de efluentes industriales**

**Cuadro 2.1** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos y contaminación del agua provenientes de efluentes industriales.

**Cuadro 2.2** Cuadro en blanco para el cálculo de cargas de desechos y contaminación del agua para industrias no enlistadas en el cuadro 2.1.

**Cuadro 2.3** Factores de desechos líquidos y contaminación para procesos industriales.

CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		DOO
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg/unidad	t/año	kg/unidad
<b>Producción Agrícola y Ganadera</b>								
1110 a Corral de engorde para reses	Cabezas			20.2		250		
1110 b Corral de engorde para cerdos	Cabezas			1.6		28.4		
1110 c Corral de engorde para pollos	Cabezas			0.04		1.4		
1110 d Corral de engorde para corderos	Cabezas			1.8		36.6		
1110 e Corral de engorde para pavos	Cabezas			0.04		16		
1110 f Corral de engorde para patos	Cabezas			0.04		1.4		
1110 g Granjas lecheras	Cabezas					639		
1110 h Granjas de gallinas ponedoras	Cabezas					4.6		
<b>Producción de Alimentos</b>								
3111 a Mataderos	t de PVS			6.3		6.4		
	t de PVS					11		
	t de PVS					4.7		
3111 b Empacadora	t de PVS			9.3		6.3		
3111 c Procesamiento de aves de corral	10 <sup>3</sup> aves			37.5		11.9		22.4
3112 Productos lácteos	t de leche			2.4		5.3		
3113 Enlatados de frutas y verduras	t de Produc.			11.3		12.6		
3114 Enlatado de pescado	t de Produc.			23		7.9		18
3115 a Extracción de aceite de oliva	t		9.5	0.5		7.5		59
3115 b Refinación de aceite vegetal	t			57.5		12.9		21
3116 Molino de granos	t			0.6		1.1		
3118 a Ingenio azucarero	t			28.6		2.6		
3118 b Fábrica de azúcar de remolacha	t			23.4		20		
3121 a Fábrica de almidón y glucosa	t			33		13.4		21.8
3121 b Productos de levadura	t			160		1125		
<b>SUBTOTAL A</b>								

a. Para explicación de las abreviaturas usadas en este cuadro, ver Anexo 7

DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES INDUSTRIALES 2

AREA .....

AÑO .....

SS		SDT		ACEITE		N		OTROS						
t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
	1716						80.3							
	183						8.4							
	14.6						0.61							
	201						8.4							
	14.6						0.61							
	14.6						0.61							
	6.2				2.8		1.58							
	3				2.3		1.59							
	12.7		16		6.6									
	2.2		3.3											
	4.3													
	9.2				4.6		0.84							
	33													
	16.4		882		6.6									
	1.8													
	3.9													
	75													
	9.7		42.3		1.2									
	16.7		2250				127.5		SO4					
									337					

CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		DQO	
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
<b>Industrias y Bebidas</b>									
3131 a Destilerías de alcohol	t de Produc.			63		220			
3133 a Manufactura de malta y de floor de malta	m <sup>3</sup> de cerveza			4.6		1.1			
3133 b Fermentación de cerveza	m <sup>3</sup> de cerveza			10		7.5			
3133 c Producción total de cerveza	m <sup>3</sup> de cerveza			14.6		8.6			
3133 d Producción de vino	m <sup>3</sup> de vino			4.8		0.26			
3134 Fábrica de refrescos	t de Produc.			7.1		2.5			
<b>Manufactura de Textiles</b>									
3211 a Lana (Incluyendo estregero)	t de Produc.		2-10	644		314		1140	
3211 b Lana (sin estregero)	t de Produc.		2-10	637		87		347	
3211 c Algodón	t de Produc.		8-11	317		156			
3211 d Rayón	t de Produc.			42		30		62	
3211 e Acetato	t de Produc.			76		46		78	
3211 f Nylon	t de Produc.			126		46		78	
3211 g Acrílico	t de Produc.			210		126		216	
3211 h Poliéster	t de Produc.			100		186		320	
<b>Manufactura de Cuero</b>									
3231 a Tenerías de cuero	t de Pieles		1-13	62		69		258	
<b>Madera y Productos de Madera</b>									
3311 a Manufactura de madera terciada	10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> Produc.			4.1				7.3	
3311 b Manufactura de tablonés	t de Produc.			20		126			
<b>SUBTOTAL B</b>									



CONTAMINACION DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES INDUSTRIALES (Continuación)

AREA .....

AÑO .....

SS		SDT		ACEITE		N		OTROS					
kg/unidad	l/año	kg/unidad	l/año	kg/unidad		kg/unidad	l/año	kg/unidad	l/año	kg/unidad	l/año	kg/unidad	l/año
257		385											
0.2													
14.8													
14.7													
1.3								Alcali- dad 3.7					
196		481		191				C <sub>r</sub> 1.33		Fenoles 0.22			
43		385						C <sub>r</sub> 1.33		Fenoles 0.17			
70		205											
55		100											
40		100											
30		100											
87		100											
95		150											
138		351		20		15		C <sub>r</sub> 3.5				S <sup>2-</sup> <sub>7</sub>	
1.1		5.1				0.24				Fenoles 5.0			
20													

CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION  
AREA.....

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		DOO
				m <sup>3</sup> / unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad
<b>Manufactura de Pulpas, Papel y Cartón</b>								
3411 a Pulpa Sulfatada (Kraft)	t de Produc.			61.3		31		
3411 b Pulpa sulfitada	t de Produc.			92.4		130		
3411 c Pulpa semi-química	t de Produc.			47		27		
3411 d Fábricas de papel	t de Produc.			54		8		
3411 e Fábricas de papel (con recuperación de agua)	t de Produc.			22		6.4		
3411 f Fábricas de papel (con agua mejorada)	t de Produc.			12.5		4		
<b>Manufactura de Productos Químicos Industriales</b>								
<b>3511 Productos químicos inorgánicos básicos</b>								
3511 a. Acido clorhídrico	t de Produc.			sólo agua de enf.		insignificante		insignificante
3511 b Acido sulfúrico	t de Produc.			1.82		insignificante		insignificante
3511 c Acido nítrico	t de Produc.			C.W.		insignificante		insignificante
3511 d Acido fosfórico (sin laguna)	t P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>			670				
3511 e Acido fosfórico (con laguna)	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		1-1.8	2.8				
3511 f Acido fosfórico (proceso térmico)	t P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>			4.6				
3511 g Amoníaco	t de Produc.			2.1		0.2		0.26
3511 h Hidróxido de sodio (cátodo de mercurio)	t de Cl <sub>2</sub>							
3511 i Hidróxido de sodio (celda de diafragma)	t de Cl <sub>2</sub>							
3511 j Acido fluorhídrico	t de Produc.			11.0		insignificante		insignificante
3511 k Pigmentos de cromo	t de Produc.							
<b>3511 l Productos químicos orgánicos básicos</b>								
3511 m Ver Cuadro 2.3 pág. 76	t de Produc.			8.3		0.11		2
3511 n Ver Cuadro 2.3 pág. 76	t de Produc.			12.7		0.35		111
3510 o Ver Cuadro 2.3 pág. 76	t de Produc.			12.6		63		193
3511 p Ver Cuadro 2.3 pág. 76	t de Produc.			450		138		2500
SUBTOTAL C								

DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES INDUSTRIALES (Continuación)

AÑO .....

)	SS		SDT		ACEITE		N		OTROS					
	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad
	13		166											
	26		268											
	12.5		134											
	23		37											
	15.2		30											
	11.5		15											
	Insignificante		Insignificante		Insignificante		Insignificante							
	Insignificante		Insignificante		Insignificante		Insignificante							
	Insignificante		Insignificante		Insignificante		Insignificante							
	3772						6		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 32.3		F <sup>-</sup> 22.2		Cu 0.74	
							0.15		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 26.2		F 11.2		SO <sub>4</sub> 82.2	
									P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 1.0				SO <sub>4</sub> 8.4	
						10	0.12		NaOH 13.5		Hg 0.15		CH <sub>2</sub> 0.7	
									NaOH Insignif				NaOH Insignif	
	2711								F <sup>-</sup> 45.4		Zn 0.4			
	70.4								Cr <sup>VI</sup> 30.5		Cr 21.5		Zn 8.6	
									COT 0.467					
									COT 20					
									COT 76					
									COT 830					

CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION INDUSTRIALES (Continuación)

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		DDO
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	Kg/unidad	t/año	kg/ unidad
3512 Fertilizantes:	t de Produc.	(Los efluentes principales son aquellos provenientes de la producción de ácido fosfórico (3511 d ó e y de ácido sulfúrico 3511 b)						
3512 a Superfosfato normal (18 <sup>o</sup> /o P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								
3512 b Superfosfato triple (48 <sup>o</sup> /o P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								
3512 c Fosfato de amonio (20 <sup>o</sup> /o P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								IDEM
3512 d Fosfato di-amonio (20 <sup>o</sup> /o P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								IDEM
3512 Plaguicidas:								IDEM
3512 e DDT	t de Produc.			6.3				
3512 f Herbicidas de hidrocarburos clorados	t de Produc.		0.5	3.8		22.7		30
3512 g Carbamato	t de Produc.		7-10			0		
3512 h Paratión	t de Produc.		2			0		
3513 Resinas sintéticas, plásticas y fibras								
3513 a Fibras de rayón	t de Produc.			471		68.4		355
3513 b Elastómeros vulcanizables (caucho sintético)	t de Produc.			19.6		2.6		20
3513 c Poliolefinas (polietileno)	t de Produc.			0				
3513 d Resinas de poliestireno y copolímero				6.7		Insignificante		insignificante
3513 e Resinas vinílicas (PVC)	t de Produc.			12.6		10		
3513 f Resinas de poliéster y alquídicas	t de Produc.							
3513 g Resinas fenólicas	t de Produc.		6.4	4		47.3		
3513 h Resinas acrílicas (polímero a granel)	t de Produc.			0				
3513 i Resinas acrílicas (polímero emulsionado)	t de Produc.			0.6		1.6		
SUBTOTAL D								



CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		DQO kg/unidad
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg/unidad	t/año	
3521 Pinturas, barnices y lacas				Contaminación Insignificante				
3522 Manufactura de drogas y medicinas				Contaminación Insignificante				
3522 a Eritromicina	t de Produc.		7.2	4000		13800		
3522 b Estreptomina	t de Produc.		8.5	4000		7400		
3522 c Tetraciclina	t de Produc.		9.4	4000		5200		
3522 d Penicilina	t de Produc.		4.5	4000		12800		
3522 e Aureomicina	t de Produc.		8	4000		14280		
3523 Preparados de jabón y limpiadores								
3523 a Jabón de hervor en caldera	t de Produc.			4.5		6		10
3523 b Jabón de ácidos grasos	t de Produc.			3.1		13.5		29.5
3523 c Detergentes	t de Produc.			2.8		0.4		1.2
3523 d Refinación de glicerina	t de Produc.			10 (1120)		20		40
3523 e Detergentes líquidos	t de Produc.					5.3		
3529 a Goma animal (a partir de carne)	t de Produc.			421		2800		4800
3529 b Goma animal (a partir de cuero)	t de Produc.			457		680		
3529 c Goma animal (a partir de material de cromo)	t de Produc.			426		280		650
3530 Refinación de petróleo:								
3530 a Refinerías clásicas de destilación primaria	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			66		3.4		37
3530 b Refinerías antiguas de destilación primaria	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>					190		
3530 c Refinerías de pirólisis a presión baja	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			79		71.5		200
3530 d Refinerías de pirólisis a presión alta	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			93		72.9		217
3530 e Refinerías de lubricación	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			117		217		543
3530 f Refinerías petroquímicas	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			108		171.6		463
3530 g Refinerías integrales	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			234		197		328
3540 Productos asfálticos				No hay contaminación significativa				
3540 a Pavimentación asfáltica								
3540 b Productos de techado asfáltico	t de Produc.			60		8		
SUBTOTAL E								



DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES

AREA .....

AÑO .....

SS		SDT		ACEITE		N		OTROS						
t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
	1		12		0.12									
	0.7		8.0											
	0.9		6.6						Alcalinidad 1.4		S <sup>2-</sup> 3.7		K 3.3	
	insignificantes		0.3						0.1					
	0.44				0.075		0.95		CN 0.045		fenoles 0.197		S <sup>2-</sup> 0.18	
	15.8						0.09		CN 0.011		fenoles 0.0065		S <sup>2-</sup> 0.11	
	3.5						0.01						F <sup>-</sup> 0.0018	
	4.93								Zn 1.01				F <sup>-</sup> 0.0455	
	11.7								Zn 1.58				F <sup>-</sup> 0.013	
	0.3				0.25									
	4.47		2.2		0.48				Zn 0.018		SO <sub>4</sub> 4.4		F <sup>-</sup> 4.2	

Cuadro 4.1) se eliminan como también consideradas.



CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION INDUSTRIALES (Continuación)

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO5		DDO
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg/unidad	t/año	kg/unidad
3720 j Fundición de estaño y refinación	t de Produc.							
3720 k Fundición de zinc a partir de mineral	t de Produc.							
3720 l Procesamiento secundario de zinc								
3720 n Fundición primaria de mercurio	t			4.3				
Producto Metálico Manufacturado	t de lámi- nas de hierro usadas							
3840 a Enseres domésticos				55		19.3		82
3840 b Galvanoplastia	t de ánodos CU			1403				
	NI			1619				
	Cr2O3			36.300				
	Zn			1815				
	Cd			883				
	Sn			1126				
Depósito de cobre				94				
Depósito de níquel	m <sup>2</sup> de metal electro- deposi- tado			103				
Depósito de cromo				95				
Depósito de zinc				93				
3840 c Decapado por baño ácido de láminas de hierro	t de láminas			1				
3840 d Decapado y baño brillante de cobre y latón	t de Produc.			9				
3843 Manufactura de vehículos automotores	t de láminas de hierro pintadas			55		19.3		82
Electricidad y Gas	10 <sup>3</sup> MW H							
4101 Plantas generadoras				129		2.2		17
4102 Manufactura de gas a partir de hornos de coque <sup>a</sup>	t de coque 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> gas			0.42 0.63		0.58 0.87		
SUBTOTAL G								

<sup>a</sup> Si se usa baño de cianuro

<sup>b</sup> Sólo en los casos de latón

DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES

AREA ..... AÑO .....

SS		SDT		ACEITE		N		OTROS						
t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
	No hay otros factores de desecho disponibles													
	8.3		22.6		3.4				Zn 0.44		Cr 0.13		P 0.02	
									Cu 9.77		CN <sup>6</sup> 70			
									NI 3.88					
									Cr <sup>6</sup> 297		Cr(total) 743			
									Zn 224		CN 32.5			
									Cd		CN 17.5			
									Sn					
									Cu 0.88					
									NI 0.27					
									Cr <sup>6</sup> 0.92		Cr(total) 1046			
									Zn 0.21					
									Cu 3.5		Zn <sup>6</sup> 7.5		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 118	
	8.3		22.6		3.4				Zn 0.44		Cr 0.13		P 0.02	
	286		110		0.18				Zn 0.01		NI 0.047		Cr 0.006	
	0.44				0.075	0.95			CN 0.045		fenoles 0.197		SZ-0.18	
	0.66				0.11	1.4			CN 0.07		fenoles 0.3		SZ-0.27	

Los factores para manufactura de gas a partir de hornos de coque (código 4102) están basados en la suposición de que los condensados y todos producidos (ver cuadro 4.1) son desechos como desechos sólidos. Sin embargo, si los desechos son líquidos, la contaminación líquida y las cargas de desechos involucradas, deberán ser también consideradas.

CUADRO SINOPTICO... A EL CUADRO 2.1

Contaminante o Indicador de contaminación	Subtotal A	Subtotal B	Subtotal C	Subtotal D	Subtotal E	Subtotal F	Subtotal G	Total
Volumen de Desecho								
DBO <sub>5</sub>								
DDO								
SS								
ACEITE								
N								
FENOLES								
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>								
g <sup>2-</sup>								
CN								
H <sub>g</sub>								
Cu								
Ni								
Cr								
Zn								
Cd								
Sn								
Hidrocarburos Clorados								
F <sup>-</sup>								

NOTAS: (1) Los factores para la demanda química de oxígeno (DDO) y para los sólidos disueltos totales (SDT), no siempre están disponibles. Por lo tanto, los espacios en blanco en estas columnas significan que no hay datos disponibles.

(2) Las cantidades de DDO totales pueden ser calculadas a partir de cantidades conocidas de DBO<sub>5</sub>; la relación de DDO<sub>5</sub> de 2 a 5 para los efluentes menos tóxicos.

(3) Las cantidades de SDT no están incluidas en el cuadro sinóptico porque los factores para SDT están disponibles sólo para algunos procesos y el resumen de las cantidades de estos procesos no darán una imagen verdadera de la situación global con respecto a SDT.

CUADRO 2.2 CUADRO EN BLANCO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION DEL AGUA PARA INDUSTRIAS NO ENLISTADAS EN EL CUADRO 2.1

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		DQO		SS		SDT		ACEITE		N		OTROS					
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
SUBTOTAL																							

**CUADRO 2.3 FACTORES DE DESECHOS LIQUIDOS Y CONTAMINACION PARA PROCESOS INDUSTRIALES 1**

1110 a PRODUCCION AGRICOLA Y GANADERA	Volumen de desecho <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /cabeza/año	DBO <sub>5</sub> <sup>3</sup> kg/cabeza/año	SS <sup>2</sup> kg/cabeza/año	Total N <sup>2</sup> kg/cabeza/año
1110 a Corrales de engorda para reses	20.2	250	1 716	80.3
1110 b Corrales de engorda para cerdos	1.6	28.4	183	8.4
1110 c Corrales de engorda para pollos	0.04	1.4	14.6	0.51
1110 d Corrales de engorda para corderos	1.8	36.6	201	8.4
1110 e Corrales de engorda para pavos	0.04 <sup>4</sup>	1.5 <sup>4</sup>	14.6 <sup>4</sup>	0.51 <sup>4</sup>
1110 f Corrales de engorda para patos	0.04 <sup>4</sup>	1.4 <sup>4</sup>	14.6 <sup>4</sup>	0.51 <sup>4</sup>

NOTA: Si se da el número de animales producido por año en lugar de la población del corral de engorda, use la ecuación:

$$\text{Población en corral de engorda} = (\text{Número de animales producidos}) \times (\text{Residencia promedio en el corral de engorda})$$

**CUADRO 2.3 FACTORES DE DESECHOS LIQUIDOS Y CONTAMINACION PARA PROCESOS INDUSTRIALES 1 (Continuación)**

	Desecho en bruto <sup>2</sup>	DBO <sub>5</sub> <sup>5</sup>
1110 g Lechería	17 337 kg/vaca/año	539 kg/vaca/año
1110 n Granja de gallinas ponedoras	66 kg/gallina/año	4.6 kg/gallina/año

NOTA: Si se da la cantidad de producción lechera en lugar del número de vacas, use la ecuación:

$$\text{Número de vacas en granjas} = \frac{\text{Producción lechera total en t/año}}{6.2}$$

Si se da el número de huevos producidos en lugar del número de gallinas, use la ecuación:

$$\text{Número de gallinas en granjas} = \frac{\text{Número de huevos por año}}{213}$$

<sup>1</sup> Para explicación sobre las abreviaciones usadas en este Cuadro, ver el Anexo 7

<sup>2</sup> Koziorowski, B. & Kucharski, J. *Industrial Waste Disposal*. Oxford, Pergamon Press, 1972

<sup>3</sup> Denit, J.D. *Development Document for Effluent Limitations Guidelines and Source Performance Standards for Feedlots Point Source Category*. Washington, D.C. US. Environmental Protection Agency, January 1974 (EPA/440/1-74-004-A) (National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 651/4 BA)

<sup>4</sup> Valores asumidos

<sup>5</sup> Wadleigh, C. E. *Wastes in relation to agriculture and forestry*. Washington D.C., U.S. Department of Agriculture, 1978 (Miscellaneous Pub. No. 1065).

3111 MATANZA, PREPARACION Y PRESERVACION DE CARNE

3111 a MATADERO 1,2

Volumen de desecho	5.33	l/t de PVS
DBO <sub>5</sub>	6.0	kg/t de PVS
SS	5.6	kg/t de PVS
Grasa	2.1	kg/t de PVS
Nitrógeno Kjeldahl	0.68	kg/t de PVS
Cloruros	2.6	kg/t de PVS
Fósforo total	0.05	kg/t de PVS

3111 b EMPACADORA 1,2

Volumen de desecho	9.3	m <sup>3</sup> /t de PV procesado
DBO <sub>5</sub>	6.28	kg/t de PV procesado
SS	2.98	kg/t de PV procesado
Nitrógeno Kjeldahl	1.59	kg/t de PV procesado
Grasa	2.32	kg/t de PV procesado

NOTA:

1. La carne comestible es aproximadamente el 60% de PVS
2. Peso promedio del ganado 430 kg.
3. Peso promedio de las crías 97 kg.
4. Peso promedio de los puercos 120 kg.
5. Peso promedio de las ovejas 43 kg.

3111 c PROCESAMIENTO DE AVES DE CORRAL <sup>2,3,4</sup>

Volumen de desecho	37.5	m <sup>3</sup> /1000 aves procesadas
DBO <sub>5</sub>	11.9	kg/1000 aves procesadas
DOC	22.4	kg/1000 aves procesadas
SDT	16	kg/1000 aves procesadas
SS	12.7	kg/1000 aves procesadas
Grasa	5.6	kg/1000 aves procesadas (se asume la tecnología típica)

<sup>1</sup> Denit, J.D. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARD FOR THE RED MEAT PROCESSING SEGMENT OF THE MEAT PRODUCT AND RENDERING AND PROCESSING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, February 1974 (EPA/440/1-74-012-A) (National Technical Information Service Microfiche No. PB 738 836/1 BA).

<sup>2</sup> Valores similares han sido obtenidos por el Centro Estatal para la Tecnología Ambiental y Sanitaria, Sao Paulo, Brasil.

<sup>3</sup> Carawan, J. WATER AND WASTE MANAGEMENT IN POULTRY PROCESSING. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 1974 (EPA-660/2-74-031) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 235 650/9 BA).

<sup>4</sup> SEAS PHASE III - REFERENCE DATA DOCUMENTATION - SOLID WASTE RECYCLING. Arlington, VA, International Research and Technology Corporation, 1975.

3112 PRODUCTOS LACTEOS 1,2

Cálculo de efluentes basado en datos de producción:

PRODUCTO FINAL	V.D.	DBO <sub>5</sub> DOO SS		
	m <sup>3</sup> /t de producto	kg/t de producto		
Centro receptor (latas)	0.83	0.46	0.84	0.03
Centro receptor (granel)	0.54	0.17	0.31	0.03
Productos líquidos	3.87	3.21	5.63	1.5
Productos cultivados	3.87	3.21	5.63	1.5
Mantequilla	20.9	20.9	36.5	10.4
Queso cottage (recuperación de suero)	79.4	137	239	3.4
Queso cottage (sin recuperación de suero)	80.3	609	953	3.4
Queso natural (recuperación de suero)	14.8	10.3	16.8	5
Queso natural (sin recuperación de suero)	15.7	482	731	5
Helado	1.6	0.8	1.4	0.24
Leche condensada	7.2	3.9	6.8	1.5

Factores preliminares para el procesamiento de leche cuando las cantidades de mantequilla, queso, etc. producidas no son conocidas.

Volumen de desecho	2.42 m <sup>3</sup> /t de leche
DBO <sub>5</sub>	5.3* kg/t de leche
SS	2.17 kg/t de leche
SOT	3.26 kg/t de leche

- \* Suposición: 40% de la leche es empleada en hacer queso; el suero es recuperado (si el suero no es recuperado añadir 21 kg de DBO<sub>5</sub> por t de leche procesada).

<sup>1</sup> Greig, R. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE DAIRY PRODUCT PROCESSING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, US Environmental Protection Agency, May 1974 (EPA/440/1-74-021 A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 835).

<sup>2</sup> Valores similares han sido obtenidos por el Centro Estatal para la Tecnología Ambiental y Sanitaria, Sao Paulo, Brasil.

Factores de conversión para estimar la cantidad del total de leche requerida para hacer:

	Factor
1 litro de 40o/o de crema	3.73
1 litro de 30o/o de leche condensada	2.12
1 kg de leche en polvo sin grasa	7.12
1 kg de azúcar (lactosa)	6.65

**3113 ENLATADO DE FRUTAS Y VERDURAS <sup>1</sup>**

Volumen de desecho	11.3 m <sup>3</sup> /t de producto
DBO <sub>5</sub>	12.5 kg/t de producto
SS	4.25 kg/t de producto

<sup>1</sup> SEAS PHASE III REFERENCE DATA DOCUMENTATION - SOLID WASTE RECYCLING, Arlington, VA, International Research and Technology Corporation, 1975.



**INDUSTRIA DE BEBIDAS**

**3131 DESTILERIAS DE ALCOHOL <sup>1,2</sup>**

	Destilerías <sup>1,2</sup> de grano	Destilerías <sup>2</sup> de melaza	Destilerías <sup>2</sup> de caña de azúcar
Volumen de desecho m <sup>3</sup> /t de alcohol anhidro	63	63	113
DBO <sub>5</sub> kg/t de alcohol anhidro	216	220	426
SS kg/t de alcohol anhidro	257	300	
SDT kg/t de alcohol anhidro	267	305	

Factores de conversión útiles: 1 Bushel\* de grano produce 17.8 l. de alcohol y 2.4 l. de melaza producen 1 litro de alcohol.

Cuando el alimento es recuperado, el volumen de desecho total es de 150 m<sup>3</sup>/t de alcohol mientras que la DBO<sub>5</sub> es reducida entre 94 y 98<sup>o</sup>/o.

\* 1 Bushel equivale a 36.36 litros

<sup>1</sup> Rudoffs, W. *INDUSTRIAL WASTES: THEIR DISPOSAL AND TREATMENT*. New York, N.Y. Reinhold Publication Co., 1953.

<sup>2</sup> Datos no publicados del Centro Estatal para la Tecnología Ambiental y Sanitaria, Sao Paulo, Brasil.

**3132 INDUSTRIAS VINATERAS <sup>1</sup>**

Volumen de desecho (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de vino)	DBO <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> de vino)
4.8	0.256

<sup>1</sup> *NEW DEVELOPMENT IN INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT*. Viena, Wiener Mitteilungen Wasser - Abwasser Gewässer, 1979 (Vol. 28).

3133 c PRODUCCION DE CERVEZA TOTAL 1,2,3

	Volumen de desecho (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de cerveza)	DBO <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> de cerveza)	SS (kg/m <sup>3</sup> de cerveza)
Preparación de la malta		1.1	0.2
Fermentación		7.5	14.5
Preparación de cerveza total	14.5	8.6	14.7

1 Perrin, C. DOUZIEME SYMPOSIUM SUR LES EAUX RESIDUAIRES DES INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES, Budapest, March 1970.

2 Bhasaran, T.R. Documento OMS No: WA/73.15 No Publicado.

3 Nemrow, N.L. LIQUID WASTE OF INDUSTRY, Reading, MS, Addison-Wesley, 1971, p. 330.

3134 INDUSTRIAS DE REFRESCOS Y AGUA CARBONATADA <sup>1</sup>

	Promedio	Sin preparación de Jarabe	Con preparación de Jarabe
Volumen de desecho	7.1 m <sup>3</sup> /t	4.3 m <sup>3</sup> /t	12.8 m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	2.5 kg/t	2.15 kg/t	4.33 kg/t
SS	1.9 kg/t	0.73 kg/t	4.33 kg/t
Alcalinidad total	3.7 kg/t		

<sup>1</sup> Porgis, R. & Strizeński, E.J. In: PROCEEDINGS OF THE 15TH INDUSTRIAL WASTE CONFERENCE, p. 331, Purdue University, Purdue, 1960.

**MANUFACTURA DE TEXTILES**

**3211 a/b ELABORACION DE LANA 1,2**

**DESECHOS DE PROCESOS INDIVIDUALES**

	Estregado	Teñido	Lavado	Carbonizado	Blanqueo
VD (m <sup>3</sup> /t)	17	26	362	138	12.5
DBO <sub>5</sub> (kg/t)	227	22	63	2	1.4
DOO (kg/t)	1 093			347	
SS (kg/t)	163			44	
SDT (kg/t)	116	100	95	166	3.3
Acete (kg/t)	191.4				
Fenoles (kg/t)	0.0537	0.166			
Cr (kg/t)		1.33			
pH	9-10.4	4.8-8	7.3-10	1.0-9	6

<sup>1</sup> THE COST OF CLEAN WATER. Washington, DC, Federal Water Pollution Control Association, 1967 (Volume III, Industrial Waste Profiles No. 4-Textile Mill Products) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 218 185/BE).

<sup>2</sup> SEAS PHASE III - REFERENCE DATA DOCUMENTATION - SOLID WASTE / RECYCLING. Arlington, VA, International Research & Technology Corporation, 1975.

Promedio de desechos compuestos:

	Existencias no estregadas	Estregados
Volumen de desecho (m <sup>3</sup> /t)	544	537
DBO <sub>5</sub> (kg/t)	314	87
DOO (kg/t)	1 440	347
SS (kg/t)	196	43
SDT (kg/t)	481	365
Fenol (kg/t)	0.22	0.166
Acete y grasa (kg/t)	191	
Cromo (kg/t)	1.33	1.33
pH	2-10	2-10

Suposiciones: 20% del producto es mercerizado y 10% del producto es blanqueado

### 3211 c ELABORACION DE ALGODON 1,2

Desechos de procesos individuales:

	Satinado de Hilo			Blanqueo	Mercerizado	Tefido	Estampado
VD (m <sup>3</sup> /t)	4.2	22	100	100	35	50	14
DBO <sub>5</sub> (kg/t)	2.8	58	53	8	8	60	54
SS (kg/t)		30	22	5	2.5	25	12
SDT (kg/t)	57	53	65	35	33	70	71
pH	7 - 25	7	10 - 13	8.5 - 9.6	5.5 - 9.5	5 - 10	

Promedio de desechos compuestos:

Volumen de desecho	317 m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	165 (kg/t)
SS	70 (kg/t)
SDT	205 (kg/t)
pH	8 - 11

Suposiciones hechas: 35% del producto es mercerizado; 50% del producto tefido y el 14% del producto, estampado.

1 THE COST OF CLEAN WATER. Washington, DC, Federal Water Pollution Control Association, 1987 (Volume III, Industrial Waste Profiles No. 4 Textile Mill - Products) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 218 185/BE).

2 SEAS PHASE III - REFERENCE DATA DOCUMENTATION - SOLID WASTE / RECYCLING. Arlington, VA, International Research and Technology Corporation, 1975.

**ELABORACION DE TEXTILES SINTETICOS 1, 2**

	<b>3211 d Rayón</b>	<b>3211 e Acetato</b>	<b>3211 f Nilon</b>	<b>3211 g Acrílico</b>	<b>3211 h Poliéster</b>
Volumen de desecho	42 m <sup>3</sup> /t	75 m <sup>3</sup> /t	125 m <sup>3</sup> /t	210 m <sup>3</sup> /t	100 m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	30 kg/t	45 kg/t	45 kg/t	125 kg/t	185 kg/t
DOO	52 kg/t	78 kg/t	78 kg/t	216 kg/t	320 kg/t
SS	55 kg/t	40 kg/t	30 kg/t	87 kg/t	95 kg/t
SDT	100 kg/t	100 kg/t	100 kg/t	100 kg/t	150 kg/t
pH			6.5 - 12.5		

1 *Mazzelli, J.W. et al. A SIMPLIFICATION OF TEXTILE WASTE SURVEY AND TREATMENT, New England Interstate Water Pollution Control Commission, 1959.*

2 *SEAS PHASE III - REFERENCE DATA DOCUMENTATION - SOLID WASTE / RECYCLING, Arlington, VA, International Research and Technology Corporation, 1976.*

Manufactura de cuero y productos de cuero, sustitutos de cuero y piel, excepto calzado y prendas de vestir.

3231 TENERIAD Y ACABADO DE CUERO 1,2

		Curtido con sales de cromo/acabado (sin pelo)	Curtido con sales de cromo/acabado (con pelo)	Curtido con agentes vegetales/acabado (con pelo)
Volumen de desecho	(m <sup>3</sup> /t de pieles)	53	63	50
DBO <sub>5</sub>	(kg/t de pieles)	95	69	67
COO	(kg/t de pieles)	260	140	250
SS	(kg/t de pieles)	140	145	136
ST	(kg/t de pieles)	525	480	345
Cromo total	(kg/t de pieles)	4.3	4.9	0.2
Sulfuros	(kg/t de pieles)	8.5	0.8	1.2
Aceite y grasa	(kg/t de pieles)	19	43	33
N total	(kg/t de pieles)	17	13	9.2
pH		1 - 13	4 - 12.6	2 - 13

1 Datos similares han sido obtenidos por el Centro Estatal para la Tecnología Ambiental y Sanitaria, Sao Paulo, Brasil.

2 Gallup, J.D. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE LEATHER TANNING AND FINISHING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, March 1974 (EPA/440/1-74-015 A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 079/B BA).

	Solo acabado	Curtido con sales de cromo y acabado	Cromo o no curtido y no acabado (con o sin pelo)
Volumen de desecho (m <sup>3</sup> /t de pieles)	20	63	28
DBO <sub>5</sub> (kg/t de pieles)	37	67	110
DQO (kg/t de pieles)	28	170	230
SS (kg/t de pieles)	47	88	110
ST (kg/t de pieles)	140	490	595
Cromo total (kg/t de pieles)	2.8	1.2	4.4
Sulfuros (kg/t de pieles)	2.1	4.5	3.7
Acete y grasa (kg/t de pieles)	7	24	6.6
N total (kg/t de pieles)	3.7	6	16
pH	3.4 - 11.2	1.5 - 12.5	9.2 - 10.4

#### FACTORES DE CONVERSION UTILES

Peso de una piel grande (vaca o caballo) 25 - 26 kg.

Peso de una piel pequeña (oveja o cabra) 3 kg.

#### VOLUMEN DE DESECHO PROMEDIO Y FACTORES DE CARGA PROVENIENTES DE CANTIDADES DE PRODUCCION EN MASA:

Volumen de desecho	52	m <sup>3</sup> /t de pieles
DBO <sub>5</sub>	89	kg/t de pieles
DQO	258	kg/t de pieles
SS	138	kg/t de pieles
ST	489	kg/t de pieles
Cromo total	3.5	kg/t de pieles
Sulfuros	7	kg/t de pieles
Acete y grasa	20	kg/t de pieles
Alcalinidad total (como CaCO <sub>3</sub> )	92	kg/t de pieles
N total	15	kg/t de pieles
pH	1 - 13	

Suposiciones hechas: el 80% de las pieles es curtido con sales de cromo y el 20% con agentes vegetales.

**MANUFACTURA DE MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA Y CORCHO, EXCEPTO MUEBLES.**

**3311 a MANUFACTURA DE MADERA TERCIAADA (triple) 1**

MANUFACTURA DE MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA Y CORCHO, EXCEPTO MUEBLES.

Volumen de desecho Volumen de desecho	1.1 m <sup>3</sup> /1000 m <sup>2</sup> de madera terciada 1.1 m <sup>3</sup> /1000 m <sup>2</sup> de madera terciada
SS SS	1.1 kg/1000 m <sup>2</sup> de madera terciada 1.1 kg/1000 m <sup>2</sup> de madera terciada
ST ST	6.2 kg/1000 m <sup>2</sup> de madera terciada 6.2 kg/1000 m <sup>2</sup> de madera terciada
Fenol Fenol	5.0 kg/1000 m <sup>2</sup> de madera terciada 5.0 kg/1000 m <sup>2</sup> de madera terciada
N total N total	0.24 kg/1000 m <sup>2</sup> de madera terciada 0.24 kg/1000 m <sup>2</sup> de madera terciada
pH pH	10.5 10.5

1 BODIEN, D.G. PLYWOOD GLUE WASTE DISPOSAL. Corvallis, OR, US Department of the Interior, Technical Project Branch, Northwest Region, Pacific Northwest Water Laboratory, BSWPFA 4962 (Report No. PR-2) Department of the Interior, Technical Project Branch, Northwest Region, Pacific Northwest Water Laboratory, February 1968 (11/20/110, PR-2).

**3311 b MANUFACTURA DE TABLONES 1**

Volumen de desecho Volumen de desecho	20 m <sup>3</sup> /t 20 m <sup>3</sup> /t
DBO5 DBO5	12.5 kg/t 12.5 kg/t
SS SS	20 kg/t 20 kg/t

1 VOGT C. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE UNBLEACHED KRAFT AND SEMI-CHEMICAL PULP SECTOR OF THE PULP, PAPER AND PAPERBOARD MILLS POINT-SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, May 1974 (EPA 440/1-74-025 A) (US National Technical Information Service Microfilm No. 236 933 B DA).

**MANUFACTURA DE PULPA, PAPEL Y CARTON**

	3411 a Pulpa Sulfatada (Kraft) 1	3411 b Pulpa Sulfatada	3411 c Pulpa Semi-química 1
Volumen de desecho Volumen de desecho	61.3 m <sup>3</sup> /t 61.3 m <sup>3</sup> /t	92.4 m <sup>3</sup> /t 92.4 m <sup>3</sup> /t	47 m <sup>3</sup> /t 47 m <sup>3</sup> /t
DBO5 DBO5	31 kg/t 31 kg/t	130 kg/t 130 kg/t	27 kg/t 27 kg/t
SS SS	18 kg/t 18 kg/t	26 kg/t 26 kg/t	12.5 kg/t 12.5 kg/t
ST ST	184 kg/t 184 kg/t	284 kg/t 284 kg/t	146 kg/t 146 kg/t

NOTA: Los procesos considerados son manufactura, laminado, lavado y espesamiento de la pulpa y CTAs. Los procesos considerados son manufactura, laminado, lavado y espesamiento de la pulpa.

1 THE COST OF CLEAN WATER. Washington DC, Federal Water Pollution Control Association, November 1967 (Volume III, Industrial Waste Profiles No. 3 Paper Mills) (US National Technical Information Service Microfilm No. 217 994 TBA). 1967 (Volume III, Industrial Waste Profiles No. 3 Paper Mills) (US National Technical Information Service Microfilm No. 217 994 TBA).

**3411 d FABRICAS DE PAPEL 1**

Volumen de desecho Volumen de desecho	54 m <sup>3</sup> /t 54 m <sup>3</sup> /t
DBO5 DBO5	8 kg/t 8 kg/t
SS SS	23 kg/t 23 kg/t
ST ST	60 kg/t 60 kg/t



	EFICIENCIA EN LA REDUCCION DE DESECHOS			
	Volumen	ST	SS	DBO <sub>5</sub>
3411 e Fábrica de papel con sistema de reuso de agua	600/o	250/o	340/o	200/o
3411 f Fábrica de papel con sistema mejorado de reuso de agua	770/o	560/o	500/o	500/o

<sup>1</sup> THE COST OF CLEAN WATER, Washington DC, Federal Water Pollution Control Association, November 1967 (Volume III, Industrial Waste Profiles No. 3 Paper Mills) (US National Technical Information Service Microfiche No. 217 994/1 BA).

## MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUIMICOS INDUSTRIALES

### 3511 a. Acido clorhídrico

Suponiendo que no se implementen medidas efectivas de control de la contaminación del aire hay, en su mayor parte, efluentes de agua de enfriamiento.

### 3511 b Acido sulfúrico <sup>1</sup>

Normalmente, sólo pueden esperarse efluentes de agua de enfriamiento con la excepción de aguas depuradoras de residuos de gas en procesos de absorción simples y desechos provenientes del tratamiento acuoso de productos químicos. Los volúmenes típicos de desechos de una sola unidad de quemado de azufre absorbida son:

Enfriamiento	1.5 m <sup>3</sup> /t
Proceso	0.125 m <sup>3</sup> /t
Total	1.625 m <sup>3</sup> /t

<sup>1</sup> Martin, E.E. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE MAJOR INORGANIC PRODUCT SEGMENT OF THE INORGANIC CHEMICALS MANUFACTURING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, March 1974 (EPA/440/1-74-007-A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 811/8 BA).

### 3511 d ACIDO FOSFORICO <sup>1</sup>

	Proceso Húmedo (Acido para fertilizantes)	Proceso Térmico (Compuesto químico de alta calidad y alimento) <sup>2</sup>
Volumen de desecho	2.8 m <sup>3</sup> /t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.6 - 92 m <sup>3</sup> /t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25.2 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Fluoruro	11.2 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nada
Sulfato	8.4 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nada
Calcio	2.2 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nada
Amoníaco	0.14 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nada
Nitrato	0.14 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nada
pH	1.0 - 1.5	

Desecho sólido producido: 4.75 t de yeso/t de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

NOTA: Los factores arriba mencionados para el proceso húmedo son para plantas de ácido fosfórico con lagunas en las que el yeso es depositado y el agua sobrenadante es reciclada. Los factores para las plantas que carecen de tales lagunas y de agua de recirculación son:

(sin reciclado de agua de enfriamiento)

Volumen de desecho	670	m <sup>3</sup> /t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
SS	3900	kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Fluoruro (disuelto)	22.2	kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Amoníaco	6.1	kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Cobre	0.74	kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Sulfito	26.8	kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Sulfato	82.2	kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

1 INORGANIC CHEMICALS INDUSTRY PROFILE (Updated). Washington, DC, US Environmental Protection Agency, July 1971 (EPA-12070-EJ1-07/71) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 206 308/B BA).

Monroy, A. P. Comunicación personal.

3511 g AMONIACO<sup>1</sup>

Volumen de desecho	2.1	m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	0.2	kg/t
DOO	0.26	kg/t
Aceite	0.2 - 20	kg/t
Amoníaco	0.12	kg/t

Martin, E.E. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE MAJOR INORGANIC PRODUCT SEGMENT OF THE INORGANIC CHEMICALS MANUFACTURING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, March 1974 (EPA/440/1-74-007-A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 611/B BA).

3511 h MANUFACTURA DE HIDROXIDO DE SODIO (Plantas de cátodo de mercurio) <sup>1</sup>

NaOH	13.5	kg/t de Cl <sub>2</sub>
NaCl	211	kg/t de Cl <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16	kg/t de Cl <sub>2</sub>
Hidrocarburos		
Clorados	0.7	kg/t de Cl <sub>2</sub>
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15.5	kg/t de Cl <sub>2</sub>
Cl <sub>2</sub> (como CaOCl <sub>2</sub> )	11	kg/t de Cl <sub>2</sub>
Filtros ácidos	0.86	kg/t de Cl <sub>2</sub>
Mercurio	0.15	kg/t de Cl <sub>2</sub>
STS (2)	2.2	kg/t de Cl <sub>2</sub>

<sup>1</sup> Martin, E.E. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE MAJOR INORGANIC PRODUCT SEGMENT OF THE INORGANIC CHEMICALS MANUFACTURING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, March 1974 (EPA/440/1-74-007-A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 224 693/4 BA).

3511 m/n/o/p PRODUCTOS QUIMICOS ORGANICOS BASICOS

Subcategorías de productos principales:			
3511 m	3511 n	3511 o	3511 p
Ciclohexano	Etileno	Acetaldehído	Tintes orgánicos
Etil benceno	Propileno	Acido acético	Tintes azoicos y componentes
Cloruro de vinilo *	Metanol	Acido acrílico	
Aromáticos BTX	Acetona	Anilina	
	Acetaldehído	Bisfenol A	
	Acetato de vinilo	Caprolactona	

3511 m	3511 n	3511 o	3511 p
	Butadieno	Alquitran mineral	
	Acetileno	Etilen glicol	
	Oxido de etileno	Dimetil tereftalato Productos oxo químicos	
	Formaldehido	Fenol Acido tereftálico	
	Di-cloruro de etileno	Acrilatos p - Cresol	
	Cloruro de vinilo **	Metil metacrilatos Tetraetilo de plomo	
	Estireno		
	Metil Aminas		

Producido por adición de HCl al acetileno

\*\* Producido por pirólisis de Di-cloruro de etileno

	3511 m Productos químicos	3511 n Productos químicos	3511 o Productos químicos	3511 p Productos químicos
Volumen de desecho	8.3 m <sup>3</sup> /t	12.7 m <sup>3</sup> /t	12.6 m <sup>3</sup> /t	450 m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	0.11 kg/t	0.35 kg/t	63 kg/t	136 kg/t
DOO	2 kg/t	11 kg/t	193 kg/t	2500 kg/t
COT	0.467 kg/t	20 kg/t	76 kg/t	830 kg/t

1 DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE MAJOR ORGANIC PRODUCTS POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, April 1974 (EPA/440/1-74/009-A).

**3512 a/b/c/d MANUFACTURA DE FERTILIZANTES**

Los efluentes principales de una planta de fertilizantes son aquellos provenientes de la producción de ácido sulfúrico (ver 3511b) y ácido fosfórico (ver 3511 d).

**3512 e DDT<sup>1</sup> MANUFACTURA DE PLAGUICIDAS**

Volumen de desecho	5.3 m <sup>3</sup> /t
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 166 kg/t
Clorobenceno	38 kg/t

**3512 f HERBICIDAS DE HIDROCARBUROS CLORADOS<sup>2</sup>**

Volumen de desecho	3.6 m <sup>3</sup> /t
DQO	30 kg/t
DBO <sub>5</sub>	22.7 kg/t
SS	9 kg/t
ST	374.4 kg/t
pH	0.6
Cloruros	187 kg/t
Clorofenoles	4 kg/t
Clorofenoxi ácidos	0.86 kg/t

	3512 g Carbamatos <sup>2</sup>	3512 h Paratión <sup>2</sup>
Volumen de desecho	No hay datos disponibles	No hay datos disponibles
DBO <sub>5</sub>	Cero	700 mg/l
DQO	1000 mg/l	3 000 mg/l

	3512 g Carbamatos <sup>2</sup>	3512 h Paratión <sup>2</sup>
SS	Cero	No hay datos disponibles
ST	40 000 mg/l	27 000 mg/l
Sodio	8 000 mg/l	6 000 mg/l
Cloruros	100 mg/l	7 000 mg/l
Fosfatos	Cero	250 mg/l
Nitrógeno orgánico	500 mg/l	No hay datos disponibles
Sulfatos	20 000 mg/l	3 000 mg/l
Nitratos	No hay datos disponibles	20 mg/l
Paratión	No hay datos disponibles	20 mg/l
pH	7 - 10	2.0

<sup>1</sup> Nemerow, N.L. *LIQUID WASTE OF INDUSTRY*. Reading, MA, Addison-Wesley, 1971, p. 401.

<sup>2</sup> *THE POLLUTION POTENTIAL IN PESTICIDE MANUFACTURING*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, June 1972 (Pesticide Study Series 5, Technical Studies Report EPA-OWP-TS-0072-04).

**3513 MANUFACTURA DE RESINAS SINTETICAS, MATERIALES PLASTICOS Y FIBRAS**

**3513 a FIBRAS DE RAYON** No hay datos disponibles

**3513 b ELASTOMEROS VULCANIZABLES (Caucho sintético)** <sup>1</sup>

Volumen de desecho	19.6 m <sup>3</sup> /t
DRO <sub>5</sub>	2.8 kg/t
DOO	20 kg/t
SS	12 kg/t
Aceite	1.2 kg/t

**3513 c POLIOLEFINAS (polietileno)**

No se producen desechos líquidos significativos para polietileno de baja y alta densidad.

**3513 d RESINAS DE POLIESTIRENO Y COPOLIMEROS 2**

Volumen de desecho del proceso	5.7 m <sup>3</sup> /t
--------------------------------	-----------------------

Un poco de contaminante puede ser directamente descargado en la alcantarilla.

**3513 e RESINAS VINILICAS 2**

Volumen de desecho	12.5	m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	10	kg/t
SS	1.5	kg/t

**3513 f RESINAS DE POLIESTER Y ALKIDICAS 2**

No hay datos cuantitativos disponibles para efluentes líquidos.

**3513 g RESINAS FENOLICAS**

Volumen de desecho	4.1	m <sup>3</sup> /t (con 93% de reciclaje del agua de enfriamiento)
Fenol	6.6	kg/t
DBO <sub>5</sub>	47.3	kg/t
SS	1.6	kg/t
ST	2.1	kg/t
pH	6.4	

1 Riley, J.E. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE TYRE AND SYNTHETIC SEGMENT OF THE RUBBER PROCESSING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, February 1974 (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 609/2 BA).

2 Nemerow, N.L. LIQUID WASTE OF INDUSTRY. Reading, MA, Addison Wesley, 1971, pp. 493-500.

### 3513 RESINAS ACRILICAS <sup>1</sup>

Los métodos de polimerización a granel y por solución producen poco desecho.

La polimerización por emulsión produce:		
Volumen de desecho	0.5	m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	1.5	kg/t

<sup>1</sup> Nemerow, N.L. LIQUID WASTE OF INDUSTRY. Reading, MA, Addison Wesley, 1971, pp. 493-500.

### MANUFACTURA DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS

#### 3521 MANUFACTURA DE PINTURAS, BARNICES Y LACAS

Poca contaminación se origina de estas plantas en forma de efluentes líquidos.

#### 3522 MANUFACTURA DE DROGAS Y MEDICINAS

3522 a PRODUCTOS BIOLÓGICOS: No hay datos disponibles

3522 b PRODUCTOS MÉDICOS, QUÍMICOS Y BOTÁNICOS <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nemerow, N.L. LIQUID WASTE OF INDUSTRY, Reading, MA, Addison-Wesley, 1971, p. 331.

<sup>2</sup> Koziorowski, B. & Kucharski, J. INDUSTRIAL WASTE DISPOSAL, Oxford, Pergamon Press, 1972.

	pH	Volumen de desecho m <sup>3</sup> /t	DBO <sub>5</sub> kg/t	DD kg/t
Eritromicina	7.2	4 000	13 800	5 600
Estreptomina	8.5	4 000	7 400	
Tetraciclina	9.4	4 000	5 200	1 776
Penicilina	4.5	4 000	12 800	
Aureomicina	8	4 000	14 280	

#### 3523 MANUFACTURA DE JABONES Y LIMPIADORES <sup>1</sup>

	3523 a Jabón de hervor en caldera	3523 b Jabón de sólidos grasos	3523 c Detergentes (duros o suaves)	3523 d Refinación de glicerina	3523 e Detergentes líquidos
Volumen de desecho	4.5 m <sup>3</sup> /t	3.1 m <sup>3</sup> /t	2.8 m <sup>3</sup> /t	10*(1120***) m <sup>3</sup> /t	
DBO <sub>5</sub>	6 kg/t	13.6 kg/t	0.4 kg/t	20 kg/t	6.3 kg/t
DD	10 kg/t	24.6 kg/t	1.2 kg/t	40 kg/t	7.9 kg/t



	3523 a Jabón de hervor en caldera	3523 b Jabón de ácidos grasos	3523 c Detergentes (duros o suaves)	3523 d Refinación de glicerina	3523 e Detergentes líquidos
SS	4 kg/t	23 kg/t	0.7 kg/t	4 kg/t	0.6 kg/t
Acete y grasa	0.9 kg/t	3.5 kg/t	0.4 kg/t	2 kg/t	No hay datos disponibles

\* Con reciclado de agua de enfriamiento

\*\* Sin reciclado de agua de enfriamiento

<sup>1</sup> Gregg, R.T. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR SOAPS AND DETERGENT MANUFACTURING CATEGORY, Washington, DC, US Environmental Protection Agency, April 1974 (EPA/440/1-74-018-A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 235 613/4 BA).

### 3529 MANUFACTURA DE GOMA ANIMAL <sup>1</sup>

	A partir de carne	A partir de cuero	A partir de material de cromo
Volumen de desecho	421 m <sup>3</sup> /t	457 m <sup>3</sup> /t	426 m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	2500 kg/t	580 kg/t	280 kg/t
DQO	4 800 kg/t	1 420 kg/t	650 kg/t
SS	4 250 kg/t	1 920 kg/t	400 kg/t

<sup>1</sup> Namrow, N.L. LIQUID WASTE OF INDUSTRY, Reading, MA, Addison-Wesley, 1971, p. 463.

### 3530 REFINACION DE PETROLEO <sup>1</sup>

	3530 a Refinería de destilación primaria		3530 b Refinería de pirólisis a presión baja	
Volumen de desecho	66	m <sup>3</sup> /1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	79	m <sup>3</sup> /1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
DBO <sub>5</sub>	3.4	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	71.5	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
DQO	37	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	200	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
COT	8.0	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	46.7	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
SS	11.7	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	27	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Acete	8.3	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	27	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Fenoles	0.034	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	2.86	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Amoníaco	1.20	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	10	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Sulfuros	0	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	1	kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo

<sup>1</sup> Hasler M. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE PETROLEUM REFINING POINT SOURCE CATEGORY, Washington, DC, US Environmental Protection Agency, April 1974 (EPA/440/1-74-014-A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 612/6 BA).

	3530 c Refinería de pirólisis a presión alta	3530 d Refinería de lubricantes
Volumen de desecho	93 m <sup>3</sup> /1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	117 m <sup>3</sup> /1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
DBO <sub>5</sub>	72.9 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	217 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
DOO	217 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	543 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
COT	41.5 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	108 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
SS	18.2 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	715 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Aceite	31.4 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	120 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Fenoles	4.0 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	8.3 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Amoníaco	28.3 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	24.1 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Sulfuros	0.9 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	

	3530 e Refinerías petroquímicas	3530 f Refinerías integrales
Volumen de desecho	108 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	234 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
DBO <sub>5</sub>	171.6 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	197 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
DOO	463 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	328 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
COT	148.7 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	139 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
SS	48.6 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	50 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Aceite	52.9 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	75 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Fenoles	7.7 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	3.8 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Amoníaco	34.3 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	20.5 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo
Sulfuros	0.9 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo	2.0 kg/1000 m <sup>3</sup> de petróleo crudo

NOTA: Las cargas de efluentes citadas son válidas solamente para refinerías con separadores del Instituto Norteamericano del Petróleo. (API)

## MANUFACTURA DE PRODUCTOS MISCELANEOS DEL PETROLEO Y CARBON

### 3540 PRODUCTOS ASFALTICOS - FIELTRO PARA CONSTRUCCION Y PAPEL EMBREADO <sup>1</sup>

Volumen de desecho	50 000 l/t
DBO <sub>5</sub>	8 kg/t
SS	40 kg/t

<sup>1</sup> DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE BUILDER'S PAPER AND ROOFING FELT SEGMENT OF THE BUILDER'S PAPER AND BOARD MILLS POINT SOURCE CATEGORY. Washington, D.C., US Environmental Protection Agency, May 1974 (USEPA-440/1-74-026 a).

## MANUFACTURA DE PRODUCTOS DE CAUCHO

### 3551 MANUFACTURA DE LLANTAS Y CAMARAS <sup>1</sup>

Fábricas Antiguas	
Volumen de desecho	37 m <sup>3</sup> /t
DOO	0.78 kg/t
SS	1 kg/t
ST	13 kg/t
Acéite	0.12 kg/t

<sup>1</sup> Riley, J.E. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE TYRE AND SYNTHETIC SEGMENT OF THE RUBBER PROCESSING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, February 1974 (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 609).

## MANUFACTURA DE PRODUCTOS MINERALES NO METALICOS, EXCEPTO PRODUCTOS DE PETROLEO Y CARBON

### 3610 CERAMICA, PORCELANA Y LOZA DE BARRO

No hay problema significativo de contaminación del agua.

### 3620 VIDRIO Y PRODUCTOS DE VIDRIO

Volumen de desecho	45.9 m <sup>3</sup> /t de vidrio producido
DOO	4.6 kg/t de vidrio producido
SS	0.7 kg/t de vidrio producido
ST	8.7 kg/t de vidrio producido
pH	9

### 3621 PRODUCTOS DE ARCILLA ESTRUCTURAL

No hay problema significativo de contaminación del agua.

3692 CEMENTO, CAL Y YESO.<sup>1</sup>

	3692 a Procedimiento húmedo (Filtrado)	3692 b Procedimiento seco (Sin filtrado)
Volumen de desecho	5 100 l/t de producto	5 100 l/t
Alcalinidad	1.4 kg/t de producto	0.1 kg/t
STD	6.6 kg/t de producto	0.3 kg/t
Sulfato	0.9 kg/t de producto	0 kg/t
SS	3.7 kg/t de producto	0 kg/t
Potasio	3.3 kg/t de producto	0.1 kg/t

<sup>1</sup> Riley, J.E. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE CEMENT MANUFACTURING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, January 1974 (EPA/440/1-74.00) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 610).

INDUSTRIAS METALICAS BASICAS

3710 INDUSTRIAS DEL HIERRO Y EL ACERO

	3710 a Coque metalúrgico <sup>1</sup>	3710 b Horno de chorro <sup>1</sup>
Volumen de desecho	0.42 m <sup>3</sup> /t	14.4 m <sup>3</sup> /t
Amoniaco	0.99 kg/t	0.09 kg/t
DBO <sub>5</sub>	0.58 kg/t	No hay datos disponibles
Cianuro	0.45 kg/t	0.011 kg/t
Aceite y grasa	0.075 kg/t	No hay datos disponibles
Fenol	0.197 kg/t	0.0065 kg/t
Sulfuro	0.18 kg/t	0.11 kg/t
SS	0.04 kg/t	15.89 kg/t
Fluoruro		0.019 kg/t

	3710 c Horno de acero BOF <sup>1</sup>	3710 d Horno de acero abierto <sup>1</sup>	3710 e Horno de acero de arco eléctrico <sup>1</sup>
Volumen de desecho	2.3 m <sup>3</sup> /t	2.41 m <sup>3</sup> /t	0.8 m <sup>3</sup> /t
SS	3.5 kg/t	4.93 kg/t	11.7 kg/t
Fluoruro	0.0018 kg/t	0.0465 kg/t	0.013 kg/t
Nitrato	No hay datos disponibles	0.0635 kg/t	No hay datos disponibles
Zinc	No hay datos disponibles	1.01 kg/t	1.58 kg/t

**3710 g FUNDIDORAS DE MOLDEO CONTINUO <sup>1</sup>**

Volumen de desecho	11.6 m <sup>3</sup> /t
SS	0.3 kg/t
Acete y grasa	0.25 kg/t

<sup>1</sup> Dunlavy, E.L. DEVELOPMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE STEEL MAKING SEGMENT OF THE IRON AND STEEL MANUFACTURING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, June 1974 (EPA/440/1-74-024A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 837/9 BA).

**3720 INDUSTRIAS BASICAS DE METALES NO FERROSOS**

	3720 a Manufactura de Aluminio <sup>1</sup>
Alcalinidad	0.555 kg/t
DOO	2.9 kg/t
ST	6.7 kg/t
SS	4.47 kg/t
Sulfato	4.4 kg/t
Fluoruro	4.2 kg/t
Aceite y grasa	0.46 kg/t
Zinc	0.016 kg/t
Cobre	0.003 kg/t

Para fundidoras y refinerías de cobre (3720d/e/f), plomo (3720h/i) y zinc (3720k/l) no hay datos disponibles.<sup>2</sup>  
 Existe principalmente un problema de efluente de agua de enfriamiento.

**MANUFACTURA DE PRODUCTOS METALICOS, MAQUINARIA Y EQUIPO**

**3840 b GALVANOPLASTIA <sup>1,2</sup>**

Cálculo del desecho crudo proveniente de la cantidad de ánodos usados:

	VD (m <sup>3</sup> /t) de Metal Depositado	kg/t de Metal Depositado
Cu	1403	9.77 Cu + 20 CN (si se usa baño de cianuro)
Ni	1519	3.98 Ni
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36300	743 Cr (TOTAL) y 297 Cr <sup>6+</sup>
Zn	1815	224 Zn + 32.5 CN
Cd	003	CANTIDAD DESCONOCIDA DE Cd + 12.7 CN
Sn	1125	CANTIDAD DESCONOCIDA DE Sn

<sup>1</sup> Thompson, G.S. Jr. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE PRIMARY ALUMINIUM SMELTING SUBCATEGORY OF THE ALUMINIUM SEGMENT OF THE NON-FERROUS METAL MANUFACTURING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, April 1974 (EPA/440/1-74-019-D) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 240 859/9 BA).

<sup>2</sup> US Environmental Protection Agency. WATER POLLUTION CONTROL IN THE PRIMARY NON-FERROUS METALS INDUSTRY: VOL. I, COPPER, ZINC AND LEAD INDUSTRIES. Washington, DC, September 1973 (EPA-R2-73-247a) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 229 466/8 BA).

Cálculos de desecho crudo basados en amperos de electricidad consumidos por hora o en el área producida con el depósito por galvanoplastia.

	VD (m <sup>3</sup> /Amper/h)	Desecho Seco (mg/Amper/h)	VD (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Desecho Seco (mg/m <sup>3</sup> )
Baño de cobre	1.67	11.6	94	658
Baño de níquel	1.66	4.35	103	270
Baño de cromo	1.66	13.6 Cr <sup>6+</sup> +34 Cr (TOTAL)	95	918 Cr <sup>6+</sup> , 1946 Cr (TOTAL)
Baño de zinc	1.52	205	93	12 448
Baño de cianuro				
De cualquier tipo		23.8		1 333

<sup>1</sup> Krickenberger, K.R. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE COPPER, NICKEL, CHROMIUM AND ZINC SEGMENT OF THE ELECTROPLATING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, March 1974 (EPA/440/1-74-003-A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 834/6 BA).

<sup>2</sup> CANNING HANDBOOK ON ELECTROPLATING, Birmingham, W. Canning and Co. Ltd., 1970 (21st Edition).

3840a MANUFACTURA DE ENSERES DOMESTICOS (ESTUFAS, REFRIGERADORES, ETC) <sup>1</sup>

Volumen de desecho	55 m <sup>3</sup> /t de lámina de hierro
DBO <sub>5</sub>	19.3 kg/t de lámina de hierro
DOO	82 kg/t de lámina de hierro
SS	8.3 kg/t de lámina de hierro
SDT	22.6 kg/t de lámina de hierro
Aceite y grasa	3.4 kg/t de lámina de hierro
Fósforo	0.02 kg/t de lámina de hierro
Zn	0.44 kg/t de lámina de hierro
Cr	0.13 kg/t de lámina de hierro

<sup>1</sup> Economopoulos A.P., Comunicación Personal.

**ELECTRICIDAD, GAS Y VAPOR**

**4101 PLANTA TERMoeLECTRICA 1**

Volumen de desecho	0.129 m <sup>3</sup> /MW.h
DBO <sub>5</sub>	2.2 g/MW.h
DQO	17 g/MW.h
Cr	0.006 g/MW.h
Cu	0.006 g/MW.h
Fe	0.55 g/MW.h
Ni	0.047 g/MW.h
Acetite	0.15 g/MW.h
Fosfato	1.32 g/MW.h
SDT	110 g/MW.h
SS	286 g/MW.h
Zn	0.0118 g/MW.h

<sup>1</sup> *Nichols, C.R. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE STEAM ELECTRIC POWER GENERATING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, October 1974 (EPA/440/1-74-029-A). (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 240 853/2 BE).*

**4102 MANUFACTURA DE GAS A PARTIR DE HORNOS DE COQUE**

Ver. 3710 a Coque Metalúrgico



# **ANEXO 3.**

## ***Cargas de contaminación provenientes de efluentes domésticos***

**Cuadro 3.1** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos y contaminación provenientes de efluentes domésticos.

CUADRO 3.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Desechos y Contaminantes Provenientes de Efluentes Domésticos<sup>1, 2</sup>

		AREA .....																AÑO .....	
	Población (10 <sup>3</sup> Habitantes)	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		DQO		SS		SDT		N		P					
		m <sup>3</sup> /persona/año	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg/persona/año	t/año	kg/persona/año	t/año	kg/persona/año	t/año	kg/persona/año	t/año	kg/persona/año	t/año	kg/persona/año	t/año				
Habitantes con servicio de alcantarillado <sup>3</sup>		73		19.7		44		20		36.5		3.3		0.4					
Habitantes sin servicio de alcantarillado <sup>4</sup>		7.3		6.9		16		16											
<b>TOTAL</b>																			

<sup>1</sup> El volumen de desecho per cápita varía ampliamente de un lugar a otro y siempre que sea posible, las cifras de consumo de agua pueden ser usadas para mayor exactitud.

<sup>2</sup> Para explicación de las abreviaturas usadas en este cuadro, ver Anexo 7.

<sup>3</sup> Estos factores han sido derivados a partir de valores proporcionados en dos publicaciones:  
Okup, D. A. & Ponghis, G. Community wastewater collection and disposal. Geneva. World Health Organization 1975; Hamza. Consolidated Gulf Report. Nairobi United Nations Environmental Programme, 1980.

<sup>4</sup> Estos factores se basan en datos del proyecto de control de la contaminación ambiental de PNUD/OMS, Atenas, Grecia.

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	/año		
3211 b Tejido y acabado de la lana.	t		38		Borra, contenedores de tiendes y compuestos químicos, etc.	5
	t		25*		Pretratamiento de fibras cribadas.	
	t		100			
3211 c Algodón (preparación del hilo) Tejido	t		32		Fibra e hilo.	5
	t		11		fibra, hilo y tela.	
Tejido y acabado	t		7		Tela y borra.	
	t		0.8*		Pretratamiento de fibras cribadas.	
	t		20*			
	t		2 300		Lodo del tratamiento de agua residual.	
	t					
3231 a Tenerías a base de cueros de cromogenerado vacuno <sup>2</sup>	1 000 pieles		450*		Desechos del proceso (productos del recorte, etc.).	6
	1 000 pieles		550		Desechos del proceso conteniendo Cr, Pb, Zn.	
	1 000 pieles		910*			
	1 000 pieles		1 770			
	1 000 pieles		90*			Sólidos cribados de agua residual conteniendo Cr, Pb, Zn.

NOTA: Los factores que presentan asteriscos ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca.  
<sup>2</sup> para tenerías de piel de oveja, desechos similares son normalizados por tonelada de producto. Una piel de vaca pesa 25 kg y una piel de oveja o de cabra pesa 3 kg.

# **ANEXO 4.**

## **Cargas de desechos sólidos industriales**

**Cuadro 4.1** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos sólidos industriales.

**Cuadro 4.2** Cuadro en blanco para el cálculo de cargas de desechos sólidos para industrias no enlistadas en el Cuadro 4.1

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
	1 000 pieles		300		Sólidos cribados de agua residual conteniendo Cr, Pb, Zn.	
	1 000 pieles		300*		Lodos de agua residual conteniendo Cr, Pb, fenoles.	
	1 000 pieles		2 700			
3231 b Tinción con agentes vegetales-ganado vacuno <u>2</u>	1 000 pieles		230*		Desechos del proceso (productos del recorte, etc.).	6
	1 000 pieles		250			
	1 000 pieles		910*		Desechos del proceso conteniendo Cr, Pb, Zn.	
	1 000 pieles		1 770			
	1 000 pieles		10*		Sólidos cribados de agua residual conteniendo Cr, Pb, Zn.	
	1 000 pieles		40			
3231 c Terminado de cuero solamente ganado vacuno <u>2</u>	1 000 pieles		75*		Desechos del proceso (productos del recorte, polvo, etc.).	6
	1 000 pieles		84			
	1 000 pieles		55*		Desechos del proceso conteniendo Cr, Pb.	
	1 000 pieles		181			
3411 Fábricas de pulpa			50		Celulosa, ligninas, azúcares reductores, etc.	7

NOTA: Los factores que presentan asteriscos ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca, para tenerías de piel de oveja, desechos similares son normalizados por tonelada de producto. Una piel de vaca pesa 25 kg y una piel de oveja o de cabra pesa 3 kg.

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3511 b Acido sulfúrico	t		N/D		Catalizador usado en el proceso de contacto (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	
					Mineral sulfuroso usado (cuando se usa como materia prima)	
3511 e Acido fosfórico (proceso húmedo)	t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		4 750*		Yeso cuando es removido de los efluentes	2
3511 g Amoníaco	t		N/D		Condensados aceitosos provenientes de reservas alimenticias	
3511 h Hidróxido de sodio (método de cátodo de mercurio)	t de Cl <sub>2</sub>		40*		Gráfico y lodos de purificación (Ca CO <sub>3</sub> Mg(OH) <sub>2</sub> , tal vez con Hg)	7
3511 Productos químicos orgánicos básicos			N/D			
3512 Producción de plaguicidas	t de ingrediente activo		200*		Contenedores, sacos, 1.50/o de material tóxico activo, etc.	8
					Productos rotos de emulsión material potencialmente tóxico	
3513 Manufactura de resinas sintéticas, plásticos y fibras	t de ingrediente activo		N/D			
3521 Pinturas de látex	t de pintura		5.8		Sedimento de pintura, solventes de desecho etc/Hg 125 g/l	8
3521 Solventes para pintura	t de pintura		8.3		Sedimento de pintura, solventes de desecho etc/metales pesados 4.50/o	8
3522 Productos químicos farmacéuticos orgánicos sintéticos	t		800		Solventes de desecho	9

NOTA: Los factores que presentan asteriscos ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca.

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3710 a	Horno de acero de arco eléctrico	t de acero	120		Escoria (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	13
		t de acero	12.8		Polvo (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	
		t de acero	8.7		Lodo (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	
3710 f	Fundidoras de hierro	t de piezas fundidas	142		Escoria, polvo, refractarios (metales pesados)	13
			600		Arena de fundición con metales pesados y fenoles	
			32.8		Lodo con metales pesados	
3710 f	Fundidoras de acero	t de piezas fundidas	361		Escoria, polvo, refractarios con metales pesados	13
		t de piezas fundidas	780		Arena (metales pesados y fenoles)	
		t de piezas fundidas	36.4		Lodo (metales pesados)	
3720 a	Alúmina a partir de bauxita	t de alúmina	2 000*		Lodos rojos provenientes del tratamiento de agua residual	2
3720 b	Fundición primaria de aluminio	t de aluminio	117		Lodo proveniente de purificadores (14% de flúor)	14
		t de aluminio	7.5		Polvo en almacén de piezas fundidas y en (F, Cu, Pb)	

NOTA: Los factores que presentan asteriscos ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca.

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3710 e	Horno de acero de arco eléctrico	t de acero	120		Escoria (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	13
		t de acero	12.8		Polvo (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	
		t de acero	8.7		Lodo (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	
3710 f	Fundidoras de hierro	t de piezas fundidas	142		Escoria, polvo, refractarios (metales pesados)	13
			600		Arena de fundición con metales pesados y fenoles	
			32.8		Lodo con metales pesados	
3710 f	Fundidoras de acero	t de piezas fundidas	361		Escoria, polvo, refractarios con metales pesados	13
		t de piezas fundidas	780		Arena (metales pesados y fenoles)	
		t de piezas fundidas	36.4		Lodo (metales pesados)	
3720 a	Alúmina a partir de bauxita	t de alúmina	2 000*		Lodos rojos provenientes del tratamiento de agua residual	2
3720 b	Fundición primaria de aluminio	t de aluminio	117		Lodo proveniente de purificadores (14% de flúor)	14
		t de aluminio	7.5		Polvo en simación de piezas fundidas y en (F, Cu, Pb)	14

NOTA: Los factores que presentan asteriscos ofrecen cargas de desecho sólidos sobre una base seca.



CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y Proceso	Unidad de Producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho Sólido		Naturaleza del Desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
	t de aluminio		59		Usados y nates provenientes de las celdas (F, CN)	14
3720c	Fundición secundaria de aluminio					14
(i)	Fundición de fragmentos		75		Lodo del lavador (Cr, Cu, Pb, Zn)	14
(ii)	Fundición de escoria		1 400		Escoria altamente salina (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn)	14
3720d	Fundición de cobre		3 000		Escoria (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)	14
	t		17		Polvos (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)	14
	t		155		Lodos (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)	
3720e	Refinación electrolítica de cobre		2.4		Lodo (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)	14
3720f	Fundición secundaria de cobre		350		Escoria del horno de chorro (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn)	
3720h	Fundición primaria de plomo y refinación		410		Escoria (Cd, Cu, Mn, Pb, Sb, Zn)	14
	t		89		Lodo (Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Sb, Zn, Hg)	14

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3720 i Fundición secundaria de plomo y refinación						
(i) Plomo dúctil/horno de chorro	t		472		Escoria y lodo de lavador (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn)	14
(ii) Plomo sólido/horno de cúpula	t		225		Escoria (Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn)	14
(iii) Metal blanco/reverberatorio	t		186		Escoria (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn)	14
3720 j Fundición primaria de estaño y refinación			15		Escoria (Sn, Pb, posiblemente Sb, As, Zn)	14
3720 k Fundición primaria de zinc						
(i) Refinación electrolítica	t		26.1		Lodos (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb, Se, Zn)	14
(ii) Fundición y refinación (pirometalúrgico)	t		1 050		Residuo de retorta (Cd, Cr, Cu, Pb, Se, Zn)	14
	t		122		Lodos (Cd, Cr, Cu, Pb, Se, Zn, Hg)	14
3720 m Fundición primaria de antimonio y refinación						
(i) Horno de chorro o de reverberación (proceso pirometalúrgico)	t		2 800		Escoria (Pb, Cu, Zn, Sb)	14
(ii) Proceso electrolítico	t		210		Anólito usado (As 16g/m <sup>3</sup> , Pb 5g/m <sup>3</sup> , Cu 50g/m <sup>3</sup> , Zn 2g/m <sup>3</sup> , Ni 6g/m <sup>3</sup> , Sb 27 000g/m <sup>3</sup> , Cr 32g/m <sup>3</sup> , Cd 1g/m <sup>3</sup> )	14

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3720 n Mercurio primario y refinación	t		207 000		Residuo calcinado (As, Pb, Cu, Zn, Ni, Hg, Mn, Sb, Cd, Cr)	14
3720 o Refinación primaria de titanio	t		320		Lodos del clorinador y del condensador (V, Cr, Zr, Ti, Cl)	14
3840 Galvanoplastia de Cu	t de anodos de Cu		9 <sup>a</sup>		Cu en el lodo del efluente tratado (también puede haber cianuro presente)	3.15
Galvanoplastia de Ni	t de anodos de Ni		4 <sup>a</sup>		Ni en el lodo del efluente tratado	3.15
Galvanoplastia de Cr	t de Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		260 <sup>a</sup>		Cr en el lodo del efluente tratado	3.15
Galvanoplastia de Zn	t de anodos de Zn		220 <sup>a</sup>		Zn en el lodo del efluente tratado (también puede haber cianuros presentes)	3.15
3841 Diques secos			N/D		Lodo aceitoso proveniente de la limpieza de los buques tanque. Lodo tóxico proveniente de la limpieza de los buques tanque.	
4101 a Plantas termoeléctricas de lignito <sup>b</sup>	Mwh		10(A) <sup>a</sup>		Ceniza proveniente de chimeneas y de equipo de control de contaminación del aire	3
4101 b Plantas termoeléctricas de carbón bituminoso <sup>b</sup>	Mwh		4.3(A) <sup>a</sup>		Cenizas del fondo y de equipos de control de contaminación del aire	3
	Mwh				Bifenilos policlorinados provenientes de transformadores	

NOTA: <sup>a</sup> que presentan estacionalidad ofrecen cargas de desechos sólidos sobre 1 mes.  
<sup>b</sup> el porcentaje de ceniza contenido en el combustible.  
<sup>c</sup> Si no se emplean controles de emisiones al aire, sólo se obtiene el 70% de las cantidades de ceniza arriba calculadas.



## PIES DE PAGINA Y REFERENCIAS DEL CUADRO 4.1

1. Bond, R.G. & Straub, C.P. Ed. *Handbook of environmental control; Volume II: Solid waste*. Cleveland OH CRC Press, 1973.
2. Economopoulos, A.P. Comunicación Personal.
3. Estimado.
4. *Solid waste management in food processing industry*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 1973 (USEPA/SW-42C-73).
5. Abrams, E.F. et al. *Assessment of industrial hazardous waste practices; textile, industry*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, January 1976 (USEPA/SW-125C) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB-258/953).
6. Conrad, E.T. et al. *Assessment of industrial hazardous waste practices; leather tanning and finishing industry*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, November 1976 (USEPA/SW-131C) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 261 018).
7. Martin, E.E., *Development document for effluent limitations guidelines and new source performance standards for the major inorganic product segment of the inorganic chemicals manufacturing point source category*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, March 1974 (EPA/440/1-74-007-A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 611/8 BA).
8. *Recommended methods of reduction, neutralization, recovery or disposal of hazardous wastes*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 1973 (EPA/670-2-73-053n) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 224 593/4 BA).
9. *Pharmaceutical industry: hazardous waste generation, treatment and disposal*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 1976 (USEPA/SW-508).
10. Jacobs Engineering Co. *Assessment of hazardous waste practices in the petroleum refining industry*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, June 1976 (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 259 097).
11. *Assessment of industrial hazardous waste management, petroleum refining industry*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 1977 (USEPA/SW-114c).
12. Pettigrew, R.J. & Roninger, F.H. *Rubber reuse and solid waste management, Part. 1*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 1971, p. 3.
13. *Assessment of industrial hazardous waste practices in the metal smelting and refining industry; Volume III: ferrous smelting and refining*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 1977 (USEPA/SW-145c.3).
14. *Assessment of industrial hazardous waste practices in the metal smelting and refining industry; Volume II: primary and secondary non-ferrous smelting and refining*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 1977 (USEPA/SW-145c.2).
15. Los cálculos de sólidos suspendidos y emisiones tóxicas, están basados en factores proporcionados en el Cuadro 2.3 para galvanoplastia de diferentes metales.



# **ANEXO 5.**

## **Cargas de desechos sólidos municipales**

**Cuadro 5.1** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos sólidos municipales.

**Cuadro 5.2** Factores para desechos sólidos municipales para diferentes regiones del mundo.

**Cuadro 5.3** Composición y densidad de los desechos sólidos municipales en diferentes países.

**Cuadro 5.4** Cantidades de agua residual y lodos de plantas de tratamiento.

CUADRO 5.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES

CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO	10 <sup>3</sup> HABITANTES CON SERVICIO REGULAR DE RECOLECCION DE BASURA	DESECHOS MUNICIPALES	
		Factor kg/persona/año	Carga (t/año)
(1) DESECHOS MUNICIPALES Area con Ingresos muy bajos		150	
Area típica en una nación en desarrollo		250	
Area típica en una nación industrializada		400	
Area típica en una región acuñalada		600	

CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO	10 <sup>3</sup> HABITANTES CON SERVICIO REGULAR DE RECOLECCION DE BASURA	PESO SECO DE LOS LODOS	
		Factor kg/persona/año	Carga (t/año)
(2) LODOS Planta de aguas residuales primarias (no digeridas)		12	
Planta de tratamiento secundario de aguas residuales. (Digeridas)		5.4	
Tratamiento de aguas a base de ablandamiento con cal-carbonato		20	



CUADRO 5.2 FACTORES DE DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES PARA DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO

	Desechos Municipales
Areas con el más bajo ingreso en el sureste de Asia	0.4 kg por persona por día
Ciudades típicas en Asia, Norte de Africa y América del Sur	0.7 kg por persona por día
Ciudades típicas en naciones industrializadas	1.1 kg por persona por día
Ciudades típicas en regiones acaudaladas (EUA y países del Golfo)	2.5 kg por persona por día

<sup>2</sup> Basado en trabajos de campo; datos inéditos.

CUADRO 5.3 COMPOSICION Y DENSIDAD DE LOS DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES EN DIVERSOS PAISES

	Gran Bretaña	India	México	Túnez	Ecuador
Vegetal biodegradable (%)	28	75.2	85	80.8	65.5
Papel (%)	37	1.5	15	9.8	17.9
Metales (%)	9	0.1	8	2.1	1.4
Vidrio (%)	9	0.2	4	1.1	1.7
Textiles (%)	3	3.1	8	2.9	3.1
Plástico y hule (%)	3	0.9	4	1.2	2.7
Combustibles misceláneos	1	0.2	2	0.6	3.0
Incombustibles misceláneos (%)	1	6.9	8	0.1	0.9
Inertes menores de 10 mm	9	12	0	1.8	3.8 (30)
Densidad, kg/m <sup>3</sup>	150	670		321	292

<sup>2</sup> F'ntoff, F. Comunicación personal.

CUADRO 5.4 CANTIDADES DE AGUA RESIDUAL Y LODOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

A. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES 1,2

Proceso de tratamiento	Cantidad de lodo			
	Húmedo		Seco	
	kg/m <sup>3</sup> de agua residual	m <sup>3</sup> /1000 personas/ día	kg/1000 m <sup>3</sup> de agua residual	kg/1000 personas/ día
Sedimentación primaria:				
No digeridos	3.0	0.6	150	30
Digeridos en tanques separados	1.5	0.3	90	16
Digeridos y secados en lechos de arena	0.2	0.1	90	16
Filtros percoladores	0.8	0.2	57	12
Precipitación química	6.3	1.1	396	79
Secados en lechos de arena	1.4	0.3	396	79
Sedimentación primaria y lodos activados:				
No digeridos	7.0	1.4	280	56
Digeridos en tanques separados	2.0	0.4	168	33
Digeridos y secados en lechos de arena	0.4	0.1	168	33
Lodos activados:				
Lodo húmedo	19.5	3.9	270	46
Lodo de tanque séptico, digerido	—	0.2	97	20
Lodo de tanque Imhoff, digerido	—	0.1	161	17

B. TRATAMIENTO DE AGUA - ABLANDAMIENTO CON CAL-CARBONATO <sup>3</sup>

Sedimento por 1000 m<sup>3</sup> de agua tratada = 0.2 t. (peso seco) ó 2000 litros (lodo)

<sup>1</sup> Basado en una producción de agua residual de 200 litros/persona/día ó 0.06 kg/persona/día de sólidos suspendidos en el agua residual.

<sup>2</sup> Adaptado de: Metcalf and Eddy, Inc. WASTE WATER ENGINEERING, New York, NY, Mc Graw Hill, 1972.

<sup>3</sup> De: American Waterworks Association, WATER TREATMENT PLANT DESIGN, New York, NY, 1969.

# ANEXO 6.

## Factores de conversión

De	A	Factor
<b>Longitud</b>		
milímetros (mm)	pulgadas (in)	0.0394
centímetros (cm)	pulgadas (in)	0.3937
metros (m)	pies (ft)	3.2808
kilómetros (km)	millas	0.6214
pulgadas (in)	milímetros (mm)	2.54
pies (ft)	metros (m)	0.3048
millas	kilómetros (km)	1.6093
<b>Area</b>		
centímetros cuadrados (cm <sup>2</sup> )	pulgadas cuadradas (in <sup>2</sup> )	0.1550
metros cuadrados (m <sup>2</sup> )	pies cuadrados (ft <sup>2</sup> )	10.7639
hectáreas (ha)	acres	2.471
1000 m <sup>2</sup>	acres	0.2471
kilómetros cuadrados (km <sup>2</sup> )	millas cuadradas	0.3861
pulgadas cuadradas (in <sup>2</sup> )	centímetros cuadrados (cm <sup>2</sup> )	6.4516
pies cuadrados (ft <sup>2</sup> )	metros cuadrados (m <sup>2</sup> )	0.0929
acres	hectáreas (ha)	0.405
acres	metros cuadrados (m <sup>2</sup> )	4046.8
millas cuadradas	kilómetros cuadrados (km <sup>2</sup> )	2.5900
<b>Volumen</b>		
litros	pies cúbicos (ft <sup>3</sup> )	0.03531
centímetros cúbicos (cm <sup>3</sup> )	pulgadas cúbicas (in <sup>3</sup> )	0.06102
metros cúbicos (m <sup>3</sup> )	pies cúbicos (ft <sup>3</sup> )	35.31
pies cúbicos (ft <sup>3</sup> )	litros (l)	28.317
pies cúbicos (ft <sup>3</sup> )	metros cúbicos (m <sup>3</sup> )	0.0283
<b>Capacidad líquida</b>		
litros (l)	cuartos (US)	1.0567
litros (l)	galones (US) (US gal)	0.2642
litros (l)	cuartos (UK)	0.8799
litros (l)	galones (UK) (UK gal) <sup>1</sup>	0.2200
cuartos (US)	litros (l)	0.9464
galones (US)	litros (l)	3.7854
cuartos (UK)	litros (l)	1.1365
galones (UK) <sup>1</sup>	litros (l)	4.5461
barriles	litros (l)	158.984
barriles	galones (UK)	34.9726
barriles	galones (US)	42.00
<b>Peso</b>		
gramos (g)	gramos	15.4323
kilogramos (kg)	libras (lb)	2.2046
toneladas métricas (1000 kg)	ton (US) (2000 lb)	1.1023
gramos	gramos (g)	0.0048
libras (lb)	kilogramos (kg)	0.4536
ton (US)	kilogramos (kg)	907.2

<sup>1</sup> Conocidos también como galón "Imperial (Imp. gal.)"

## BIBLIOGRAFIA

- Besselièvre, E. & Schwartz, M. **The treatment of industrial wastes.** New York, NY, McGraw-Hill, 1976 (2nd edition).
- Bond, R. G. & Straub, C. P., ed. **Handbook of environmental control, Volume II: Solid waste.** Cleveland, OH, Chemical Rubber Co. Press, 1973.
- Compilation of air pollutant emission factors.** Research Triangle Park, NC, US Environmental Protection Agency, 1977 and 1979 (Part 2 A and B and supplement, Publication O. AP-42).
- Flintoff, F. **Management of solid wastes in developing countries,** New Delhi, WHO Regional Office for South-East Asia, 1976 (Series No. 1).
- Guide for compiling a comprehensive emission inventory.** Washington, D.C., US Environmental Protection Agency, 1973 (Publ. No. APTD 1135).
- Metcalf & Eddy Inc. **Wastewater engineering.** New York, NY, McGraw-Hill, 1972.
- Nemerov, N.L. **Liquid waste of industry: theories, practice and treatment,** Reading, MA, Addison-Wesley Inc., 1977.
- Okun, D. A. & Ponghis, G. **Wastewater collection and disposal,** Geneva, World Health Organization, 1975.
- Pallasch, O. & Triebler, W., ed. **Lehr-und Handbuch der Abwassertechnik.** Berlin, W. Ernst & Sohn, 1973 (2nd edition).
- Problems in community wastes management.** Geneva, World Health Organization, 1969 (Public Health Paper, No. 38).
- Rudolf, William. **Industrial wastes, their disposal and treatment,** New York, NY, Rheinhold Co., 1953.
- Schimmel, C. & Griffen, D. B. **Treatment and disposal of complex industrial wastes,** Washington, D.C., US Environmental Protection Agency, 1976 (EPA-600/2-76-123).
- Sitting, M. **Environmental sources and emission handbook,** Park Ridge, NJ, Noyes Data Corporation, 1975.
- State decision-makers guide for hazardous waste management.** Washington, D.C., US Environmental Protection Agency, 1977 (SW 612).
- Toxic and hazardous waste.** Copenhagen, World Health Organization, Regional Office Europe, 1977 (Rept. ICP/CEP 402).
- US Department of Health, Education and Welfare. **Rapid survey technique for estimating community air pollution,** Washington, D.C., 1966 (Public Health Service Publication No. 999-AP-29).
- WHO Technical Report Series No. 367, 1967 (Treatment and disposal of wastes: report of a WHO Scientific Group).
- WHO Technical Report Series, No. 484, 1971 (Solid waste disposal and control).

# **ANEXO 7.**

## **Lista de abreviaciones**

<b>AH</b>	<b>Amper-hora</b>
<b>DBO<sub>5</sub> o DBO</b>	<b>Demanda biológica de oxígeno día 5</b>
<b>DQO</b>	<b>Demanda química de oxígeno</b>
<b>PVS</b>	<b>Peso vivo sacrificado</b>
<b>MW.h</b>	<b>Megawatt hora</b>
<b>INSIG.</b>	<b>Insignificante</b>
<b>PROD.</b>	<b>Producto</b>
<b>SDT</b>	<b>Sólidos disueltos totales</b>
<b>COT</b>	<b>Carbono orgánico total</b>
<b>ST</b>	<b>Sólidos totales</b>
<b>SS</b>	<b>Sólidos suspendidos</b>
<b>VD</b>	<b>Volumen de desecho</b>
<b>-</b>	<b>Se supone que es cero o casi cero</b>

# EVALUACION RAPIDA DE FUENTES DE CONTAMINACION DE AIRE, AGUA Y SUELO



CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD  
ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD  
Organización Mundial de la Salud

Cuaderno de trabajo



SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

SUBSECRETARIA DE ECOLOGIA

# EVALUACION RAPIDA DE FUENTES DE CONTAMINACION DE AIRE, AGUA Y SUELO

TRADUCCION DE  
WHO OFFSET  
PUBLICATION  
No. 62

septiembre 1984

Cuaderno de trabajo

Traducción:  
*M. en C. Mauricio Athié Lámbarri*  
*M. en C. Julietta Pisanty L.*

Edición:  
*M. en Ed. Fernando Rulfo V.*  
*Arq. Marcelo Estrada G.*

# **ANEXO 1.**

## ***Cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión móviles y estacionarias e industriales***

**Cuadro 1.1** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación de aire provenientes de fuentes de combustión estacionarias.

**Cuadro 1.2** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión móviles.

**Cuadro 1.3** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes industriales.

**Cuadro 1.4** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de contaminación provenientes de la disposición de desechos sólidos.

**Cuadro 1.5** Cuadro en blanco para el cálculo de cargas de contaminación para industrias no enlistadas en el Cuadro 1.3.



CUADRO 1.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES DE COMBUSTION ESTACIONARIAS

AREA .....  
AÑO .....

TIPO DE FUENTE	COMBUSTIBLE QUEMADO	UNIDAD	CONSUMO 103 UNIDADES POR AÑO	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDROCARBUROS		CO	
				kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año
PLANTAS GENERADORAS	Lignita	t		3.5 (A)		15 (S)		7		0.5		0.5	
	Antracita	t		8.5 (A)		19 (S)		9		0.15		0.5	
	Carbón Bituminoso	t		8 (A)		19 (S)		9		0.15		0.5	
	Aceite Combustible	t		1.04		19.9 (S)		13.2		0.13		0.66	
	Gas Natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		0.24		16.6 (S)		9.6		0.016		0.27	
SUBTOTAL		t		0.29		18.9 (S)		11.5		0.019		0.32	
HORNOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES	Lignita	t		3.5 (A)		15 (S)		3		0.5		1	
	Antracita	t		1 (A)		19 (S)		5		0.1		3	
	Carbón Bituminoso	t		6.5 (A)		19 (S)		7.5		0.5		1	
	Aceite Combustible	t		2.87		19 (S)		7.5		0.37		0.52	
	Aceite Residual, Destilado	t		2.13		20.1 (S)		7.5		0.41		0.69	
	Gas de Petróleo Licuado	m <sup>3</sup>		0.21		0.01 (S)		1.43		0.036		0.19	
	Gas Natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		0.38		0.02 (S)		2.8		0.065		0.35	
SUBTOTAL		t		0.29		6.6 (S)		3		0.048		0.27	
SUBTOTAL		t		0.34		20 (S)		3.8		0.068		0.32	
HORNOS DOMESTICOS	Antracita (Quemada a mano)	t		5		18 (S)		1.5		1.25		45	
	Carbón Bituminoso (Quemada a mano)	t		10		19 (S)		1.5		10		45	
	Madera	t		13.7		0.5		5		1		1	
	Aceite Combustible, Destilado	t		0.37		20.1 (S)		2.72		0.14		0.75	
	Querosen	t		3		17 (S)		2.3		0.4		0.25	
	Gas de Petróleo Licuado	m <sup>3</sup>		0.23		0.01 (S)		1		0.094		0.24	
	Gas Natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		0.42		0.02 (S)		1.8		0.17		0.44	
SUBTOTAL		t		0.302		16.6 (S)		1.3		0.128		0.32	
TOTAL				0.363		20 (S)		1.56		0.154		0.38	

NOTAS: Densidades específicas medias asumidas:  
 Aceite Combustible, Destilado 0.845  
 Aceite Combustible, Residual 0.957  
 Gas de Petróleo Licuado 0.55 \*  
 Gas Natural 0.882 Kg/m<sup>3</sup> \*\*

\* (Mezcla de 80% de butano y 20% de Propano)  
 \*\* (A temperatura y presión estándares)

Δ Es el porcentaje de contenido de ceniza del combustible por peso  
 S Es el porcentaje del contenido de azufre del combustible por peso  
 Valores de eficiencia típica para el equipo de control de ceniza  
 Precipitadores electrostáticos 65% /o a 99% /o  
 Ciclón de alta eficiencia 30% /o a 90% /o  
 Ciclón de baja resistencia 20% /o a 80% /o  
 Cámara de asentamiento 10% /o a 30% /o  
 bases de chimenea expandidas

CUADRO 1.2 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES

TIPO DE VEHICULO	UNIDAD	CONSUMO 10 <sup>3</sup> UNIDADES POR AÑO	PARTICULAS	
			kg por unidad	t/año
Promedio global para transporte carretero de vehiculos	10 <sup>3</sup> km		0.36	
Trabajo ligero con motor de gasolina (US)	10 <sup>3</sup> km		0.33	
Trabajo ligero con motor de diesel (US)	10 <sup>3</sup> km			
Trabajo pesado con motor de gasolina (US)	10 <sup>3</sup> km		0.52	
Trabajo pesado con motor de diesel (US)	10 <sup>3</sup> km		0.75 1.89	
Motocicletas (US)			0.2	
Coches y camiones con motor de gasolina (EU)	t de combustible consumido		2.0	
Coches y camiones con motor de diesel (EU)	t de combustible consumido		2.4	
SUBTOTAL				
Aviones de fuselaje amplio	Número de atterizajes y despegues		2	
Otros aviones de recorrido largo			2	
Aviones de recorrido medio			0.5	
Aviones turbohélice			1.5	
Aviones comerciales de aviación general de pistón			0.3	
			0.01	
SUBTOTAL				
Buques de vapor atracados	Número de barcos atracados		6.8	
Buques de motor atracados			7.5	
SUBTOTAL				
Turbinas de gas estacionarias:			0.77	
usando aceite combustible destilado	t		0.274	
usando gas natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			
SUBTOTAL				
TOTAL				

NOTA: Los factores de emisión de partículas para vehículos son considerados también para uso de neumáticos. Los factores estadounidenses de natural es medido a temperatura y presión estándar.

DE FUENTES DE COMBUSTION MOVILES

AREA .....

AÑO .....

SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDROCARBUROS		CO	
kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año	kg por unidad	t/año
0.12		3.3		7.2		48	
0.08		3.2		6		40	
0.39		0.99		0.28		1.1	
0.16		5.7		9.9		81	
1.5		21		2.1		12.7	
19 (S)		82		5.2		32	
0.02		0.07		10		17	
0.54		10.3		14.5		377	
19 (S)		11		2.6		43.5	
3		50		19		74	
3		14		76		88	
1		11		5		18	
0.6		3		4		9	
0.2		1.6		1.5		4.2	
0.008		0.021		0.18		5.5	
138x6		90.7		4.1		0.038	
19.5		22.7		14.9		20.8	
20.1 (S)		9.7		0.8		2.2	
15.5		6.8		0.87		1.84	

contaminación por automotores están basados en carros modelo 1970. S es el porcentaje del contenido de azufre del combustible por peso. El volumen de gas

CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES

a

AREA .....

AÑO .....

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades /año	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO-CARBURROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
<b>Fabricación de Alimentos</b>														
3114 Enlatado de Pescado	t		0.05											H <sub>2</sub> S 0.005
3115 Manufactura de aceites y grasas vegetales y animales	t													
3116 Molino de granos	t		8.8											
3118 a Fábricas de caña de azúcar	t		20											
3121 a Fábrica de almidón	t		4											
<b>Industria de Bebidas</b>														
3133 c Total para producción de cerveza	m <sup>3</sup>		4											
<b>Manufactura de Textiles</b>														
3211 c Desmontado de algodón	t		14											
<b>Manufactura de Madera y de Productos de Madera y Corcho, excepto Muebles</b>														
3311 a Fabricación de paneles	m <sup>3</sup> <sup>b</sup>								1.2					
<b>Manufactura de Papel y Productos de Papel</b>														
3411 a Fábrica de pulpa sulfatada (kraft)														
(i) Sin control de emisiones atmosféricas	t		123		2.6						35			H <sub>2</sub> S 72 Fenoles 77
(ii) Con depuradores	t		27		2.6						35			
<b>SUBTOTAL A</b>													H <sub>2</sub> S Fenoles	

a Para explicación sobre abreviaturas usadas en este cuadro, ver anexo 7.

b 1 m<sup>3</sup> = 1 000 m<sup>2</sup> (se considera la producción expresada en espesores de 1 mm).

CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES  
(Continuación)

AREA .....

AÑO .....

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades /año	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO-CARBUROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
<b>3411 b Fábrica de pulpa e base de sulfito</b>														
(i) Sin controles de emisiones atmosféricas	t													
(ii) Sin controles	t													
<b>3411 c Fábrica de pulpa semi química</b>														
(i) Sin controles de emisión atmosférica	t													
(ii) Con controles	t													
<b>Manufactura de Productos Químicos Industriales</b>														
<b>3511 Productos químicos inorgánicos básicos</b>														
<b>3511 a Fábrica de ácido clorhídrico</b>													HCl-3	
(i) Sin controles de emisión atmosférica	t												HCl-2	
(ii) Con controles	t													
<b>3511 b Acido sulfúrico</b>	t				20									
<b>3511 c. Acido nítrico</b>														
(i) Sin controles de emisión atmosférica	t						26.2							
(ii) Con controles	t						2.5							
<b>3511d/e Fábrica de ácido fosfórico (procedimiento húmedo)</b>	t												Fluoruros 20.1	
<b>3511 f Fábrica de ácido fosfórico (procedimiento térmico)</b>	t		5.1											
<b>SUBTOTAL B</b>													Fluoruros	

CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES  
(Continuación)

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCTO (10 <sup>3</sup> UNIDADES/ AÑO)	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO- CARBUROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
			AREA ..... AÑO .....											
3511 g Fábrica de amoníaco	t								45					NH <sub>3</sub> -101
3511 h Fábrica de cloro-alquilo (celda de mercurio)														Cl <sub>2</sub> -308
(i) Sin controles de emisión atmosférica	t de Cl <sub>2</sub>													Cl <sub>2</sub> -8.5
(ii) Con absorbente de agua	t de Cl <sub>2</sub>													Cl <sub>2</sub> -8.5
3511 i Hidróxido de sodio (celda de diafragma)														
(i) Sin controles de emisión atmosférica	t de Cl <sub>2</sub>													Cl <sub>2</sub> -60
(ii) Con absorbente de agua	t de Cl <sub>2</sub>													Cl <sub>2</sub> -11
3512 Manufactura de fertilizantes														
3512 a Superfosfato normal	t		4.5											Fluoruros 0.076
3512 b Superfosfato triple	t													Fluoruros 0.015
3512 c/d Fosfato di-amonio	t		41											Fluoruros 0.02
3512 e Fertilizantes a base de nitrato (NH <sub>3</sub> - HNO <sub>3</sub> )	t		5				2							NH <sub>3</sub> -1.5
3512 f Urea	t		10		0.7		2							NH <sub>3</sub> -5
3513 Resina sintética, plásticos y fibras	t													CS <sub>2</sub> -27.5 H <sub>2</sub> S - 3
3513 e Fibras de rayón	t													
SUBTOTAL C														Cl <sub>2</sub> , Fluoruros, NH <sub>3</sub> , CS <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S

**CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES**  
(Continuación) AREA ..... AÑO .....

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCTO (10 <sup>3</sup> UNIDADES /AÑO)	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO- CARBUROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
3513 b Elastómeros vulcanizables, Butadieno	t								20					
Todos los demás	t								5					
3513 c Resinas sintéticas	t		17						3.5					
3521 Pinturas, Barnices y Lacas														
3521 a Manufactura de Pinturas	t		1						15					
Capa Superficial	t								500					
3521 b Manufactura de barnices	t								40					
Capa Superficial	t								500					
3521 c Capa superficial de laca	t								770					
3523 Jabones y detergentes														
3523 c Manufactura de detergentes														
(I) Sin control de emisiones atmosféricas	t		45											
(II) Con ciclón seco	t		4											
3530 Refinerías de petróleo producto de unidades de desulfuración	kg de S removido de los productos													
	kg de S removido de los productos													
<b>SUBTOTAL D</b>														

a. E es el porcentaje del coeficiente de eficiencia de las unidades Claus de recuperación de azufre (los valores típicos de E son de 90)

CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES  
(Continuación) AREA ..... AÑO .....

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCTO (10 <sup>3</sup> UNIDADES /AÑO)	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO-CARBUROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
Emissiones misceláneas del proceso en refinerías de petróleo	m <sup>3</sup> de petróleo								2.5					
Emissiones misceláneas del proceso en refinerías nuevas	m <sup>3</sup> de petróleo								1.54					
Emissiones de tanques de almacenamiento														
Refinamiento de petróleo	m <sup>3</sup> capacidad								12.1					
Refinamiento de combustible para aviones de reacción	m <sup>3</sup> capacidad								4.4					
Refinamiento de Keroseno	m <sup>3</sup> capacidad								1.9					
Refinamiento de combustible destilado	m <sup>3</sup> capacidad								1.9					
Refinamiento de petróleo crudo	m <sup>3</sup> capacidad								10.6					
3540 Productos asfálticos														
3540 a Pavimentación asfáltica	t		22											
3540 b Techado asfáltico	t		2.3						0.8		0.5			
Manufactura de Productos Minerales no Metálicos														
3610 Cerámica, porcelana y loza de barro <sup>a</sup>	t		65											
3620 Vidrio y productos de vidrios <sup>a</sup>	t		1										F <sub>2-10</sub>	
3621 Productos de arcilla estructural <sup>a</sup>	t		65											
<b>SUBTOTAL E</b>														F <sub>2</sub>

<sup>a</sup> Las emisiones de la quema del combustible han sido excluidas ya que han sido calculadas en otra parte (ver Cuadro 1.1 bajo hornos industriales y comerciales)



CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES  
(Continuación)

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCTO (10 <sup>3</sup> UNIDAD <sup>a</sup> DES/ AÑO)	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO-CARBUROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
			AREA ..... AÑO .....											
<b>Manufactura de Cemento, Cal y Yeso</b>														
3692 a Planta manufacturera de cemento <sup>a</sup>														
(i) Sin controles de emisiones atmosféricas	t		170											
(ii) Con multiclones	t		34											
(iii) Con precipitadores electrostáticos	t		8.5											
(iv) Con precipitadores electrostáticos y multiclones	t		4.3											
3697 Planta manufacturera de cal <sup>a</sup>														
(i) Con hornos giratorios, no controlados			170											
(ii) Con hornos giratorios con ciclones			100											
(iii) Con hornos verticales, no controlados			4											
<b>Industria Metálica Básica</b>														
3710 Industria del hierro y del acero	t de carbón		1.75		2.01		0.02		2.1		0.63		NH <sub>3</sub> -0.09	
3710 a Horno de coque metalúrgico	t de coque		2.5		2.9		0.03		3		0.9		NH <sub>3</sub> -0.13	
3710 b Horno de chorro														
(i) Sin controles de emisiones atmosféricas	t		75								875			
(ii) Con ciclón seco	t		30								50			
(iii) Con purificador húmedo	t		7.5								10			
(iv) Con verturi o con precipitadores electrostáticos	t		0.75								10			
SUBTOTAL F														NH <sub>3</sub>

<sup>a</sup> Las emisiones de la quema del combustible han sido excluidas ya que han sido calculadas en otra parte (ver cuadro 1.1 bajo hornos industriales y comerciales)

CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES a  
 AREA ..... AÑO .....

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCTO (10 <sup>3</sup> UNIDADES /AÑO)	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO-CARBUROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
3710 c Horno de acero BOF														
(i) Sin controles	t	25.5									69.5			CaF <sub>2</sub> -0.1
(ii) Con cámara de aerosol	t	7.65												CaF <sub>2</sub> -0.03
(iii) Con venturi o con precipitadores electrostáticos	t	0.255												CaF <sub>2</sub> -0.001
3710 d Horno de acero con cámara de fusión abierta														
(i) Sin controles	t	8.7												CaF <sub>2</sub> -0.015
(ii) Con precipitadores electrostáticos	t	0.175												CaF <sub>2</sub> -0.0003
(iii) Con venturi	t	0.085												CaF <sub>2</sub> -0.0008
3710 e Horno de acero de arco eléctrico														
(i) Sin controles	t	5.5									9			CaF <sub>2</sub> -0.119
(ii) Con precipitadores electrostáticos	t	0.3									9			CaF <sub>2</sub> -0.0055
(iii) Con venturi	t	0.11									9			CaF <sub>2</sub> -0.0055
3710 f Fundidores de acero y de hierro gris	t	8.5									72.5			
3720 Industrias básicas de metales no ferrosos básicos														
3720 a Manufactura de aluminio (a partir de bauxita)														
(i) Sin controles	t	296.0												HF-26.1 Fluoruros -18
(ii) Con torres de pulverización	t	83.3												HF-14.1 Fluoruros -8.3
<b>SUBTOTAL G</b>														CaF <sub>2</sub> Fluoruros HF

CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES  
(Continuación)

AREA .....

AÑO .....

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCTO (10 <sup>3</sup> UNIDADES /AÑO)	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO-CARBUROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
3720 c Fundición secundaria de aluminio	t		2.15											
3720 d Refinación de cobre a partir de minerales sulfurados	t		270											
3720 g Fundidoras de latón y de bronce	t		30											
3720 h Fundición de plomo a partir de mineral	t		300		297									
3720 i Planta de fundición secundaria de plomo														
(i) Sin controles	t		65		43									
(ii) Con controles	t		1.6		43									
3720 j Fabricación de estaño														
3720 k Zinc, fundición a partir de mineral	t		300		1100									
3720 l Zinc, procesamiento secundario			50											
<b>Productos Metálicos Manufacturados</b>														
3840 a Enseres domésticos <sup>a</sup>	t de láminas de hierro								16.2					
3843 b Industria de automóviles	t de láminas de hierro								16.2					
<b>SUBTOTAL H</b>														

<sup>a</sup> P. por evaporación de pinturas; la cantidad de pintura usada es de aproximadamente 29 t de lámina de hierro

**CUADRO 1.3 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE CONTAMINACION PROVENIENTES DE FUENTES INDUSTRIALES**  
(Continuación)

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCTO (10 <sup>3</sup> UNIDADES/ AÑO)	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO- CARBUROS		CO		OTROS	
			kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
Electricidad y Gas			(ver Cuadro 1.1)											
4101 Plantas generadoras	t de carbón		1.75		2.01		0.02		2.1		0.63		NH <sub>3</sub> 0.09	
4102 Manufactura de gas a partir de hornos de coque	t de coque		2.5		2.9		0.03		3		0.9		NH <sub>3</sub> 0.13	
	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de gas		3.75		4.31		0.04		4.5		1.35		NH <sub>3</sub> 0.19	
<b>SUBTOTAL I</b>													NH <sub>3</sub>	

CUADRO SINOPTICO PARA EL CUADRO 1.3

Contaminante	Subtotales de Cantidades de Contaminantes									Cantidad de Contaminantes Total (1/año)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Particulas										
SO <sub>2</sub>										
Oxido de nitrógeno										
Hidrocarburos										
CO										
H <sub>2</sub> S										
CS <sub>2</sub>										
Fenoles										
NH <sub>3</sub>										
Cl <sub>2</sub>										
HCl										
F <sub>2</sub>										
Fluoruros										
HF										



CUADRO 1.5 CUADRO EN BLANCO PARA EL CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES PARA INDUSTRIAS NO ENLISTADAS EN EL CUADRO 1.3

AREA .....

AÑO .....

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	PRODUCCION 10 <sup>3</sup> UNIDADES /AÑO	PARTICULAS		SO <sub>2</sub>		OXIDOS DE NITROGENO		HIDRO-CARBURCS		CO		OTROS				
			kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	

# **ANEXO 2.**

## **Cargas de contaminación provenientes de efluentes industriales**

**Cuadro 2.1** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos y contaminación del agua provenientes de efluentes industriales.

**Cuadro 2.2** Cuadro en blanco para el cálculo de cargas de desechos y contaminación del agua para industrias no enlistadas en el cuadro 2.1.

**Cuadro 2.3** Factores de desechos líquidos y contaminación para procesos industriales.



CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		OOO
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg/unidad	t/año	kg/unidad
<b>Producción Agrícola y Ganadera</b>								
1110 a	Corral de engorda para reses	Cabezas		20.2		250		
1110 b	Corral de engorda para cerdos	Cabezas		1.6		28.4		
1110 c	Corral de engorda para pollos	Cabezas		0.04		1.4		
1110 d	Corral de engorda para corderos	Cabezas		1.8		36.6		
1110 e	Corral de engorda para pavos	Cabezas		0.04		15		
1110 f	Corral de engorda para patos	Cabezas		0.04		1.4		
1110 g	Granjas lecheras	Cabezas				539		
1110 h	Granjas de gallinas ponedoras	Cabezas				4.6		
<b>Producción de Alimentos</b>								
3111 a	Mataderos	t de PVS		5.3		6.4		
						11		
						4.7		
3111 b	Empacadora	t de PVS		9.3		6.3		
3111 c	Procesamiento de aves de corral	10 <sup>3</sup> aves		37.5		11.9		22.4
3112	Productos lácteos	t de leche		2.4		5.3		
3113	Enlatados de frutas y verduras	t de Produc.		11.3		12.5		
3114	Enlatado de pescado	t de Produc.		23		7.9		16
3116 a	Extracción de aceite de oliva	t	9.5	0.6		7.5		59
3116 b	Refinación de aceite vegetal	t		57.5		12.9		21
3116	Molino de granos	t		0.6		1.1		
3118 a	Ingenio azucarero	t		28.6		2.6		
3118 b	Fábrica de azúcar de remolacha	t		23.4		20		
3121 a	Fábrica de almidón y glucosa	t		33		13.4		21.8
3121 b	Productos de levadura	t		150		1125		
<b>SUBTOTAL A</b>								

a Para explicación de las abreviaturas usarlas en este cuadro, ver Anexo 7

DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES INDUSTRIALES a.

AREA .....

AÑO .....

t/año	SS		SDT		ACEITE		N		OTROS					
	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
	1716						80.3							
	183						8.4							
	14.8						0.51							
	201						8.4							
	14.8						0.51							
	14.8						0.51							
	5.2				2.8		1.68							
	3				2.3		1.59							
	12.7		16		5.6									
	2.2		3.3											
	4.3													
	9.2				4.5		0.64							
	33													
	16.4		882		6.5									
	1.6													
	3.9													
	75													
	9.7		42.3		1.2									
	14.7		2250				127.6				SO <sub>4</sub>			
											337			

CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		DQO	
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg./unidad	t/año	kg./unidad	t/año
<b>Industrias y Bebidas</b>									
3131 a Destilerías de alcohol	t de Produc.			63		220			
3133 a Manufactura de malta y de licor de malta	m <sup>3</sup> de cerveza			4.6		1.1			
3133 b Fermentación de cerveza	m <sup>3</sup> de cerveza			10		7.6			
3133 c Producción total de cerveza	m <sup>3</sup> de cerveza			14.6		8.6			
3133 d Producción de vino	m <sup>3</sup> de vino			4.8		0.26			
3134 Fábrica de refrescos	t de Produc.			7.1		2.6			
<b>Manufactura de Textiles</b>									
3211 a Lana (incluyendo estregado)	t de Produc.		2-10	644		314		1140	
3211 b Lana (sin estregado)	t de Produc.		2-10	537		87		347	
3211 c Algodón	t de Produc.		8-11	317		166			
3211 d Rayón	t de Produc.			42		30		52	
3211 e Acetato	t de Produc.			76		46		78	
3211 f Nylon	t de Produc.			126		46		78	
3211 g Acrílico	t de Produc.			210		126		216	
3211 h Poliéster	t de Produc.			100		186		320	
<b>Manufactura de Cuero</b>									
3231 a Tenerías de cuero	t de Pieles		1-13	62		89		268	
<b>Madera y Productos de Madera</b>									
3311 a Manufactura de maderas terciada	10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> Produc.			4.1				7.3	
3311 b Manufactura de tablonas	t de Produc.			20		126			
<b>SUBTOTAL B</b>									

1 000 m<sup>2</sup> = 1 m<sup>3</sup> (la producción se expresa en espesores de 1 mm)

CONTAMINACION DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES INDUSTRIALES (Continuación)

AREA .....

AÑO .....

SS		EDT		ACEITE		N		OTROS					
kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad		kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
267		385											
0.2													
14.5													
14.7													
1.3								Alcali- dad 3.7					
		481		181				C <sub>T</sub> 1.33		Fenoles 0.22			
43		385						C <sub>T</sub> 1.33		Fenoles 0.17			
70		205											
55		100											
40		100											
30		100											
67		100											
85		150											
138		351		20		15		C <sub>T</sub> 3.5				S <sup>2-</sup> 7	
1.1		5.1				0.24				Fenoles 5.0			
20													

CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION

AREA .....

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBOg		
				m <sup>3</sup> / unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad
<b>Manufactura de Pulpa, Papel y Cartón</b>								
3411 a Pulpa Sulfatada (Kraft)	t de Produc.			61.3		31		
3411 b Pulpa sulfitada	t de Produc.			92.4		130		
3411 c Pulpa semi-química	t de Produc.			47		27		
3411 d Fábricas de papel	t de Produc.			54		8		
3411 e Fábricas de papel (con recuperación de agua)	t de Produc.			22		6.4		
3411 f Fábricas de papel (con agua mejorada)	t de Produc.			12.5		4		
<b>Manufactura de Productos Químicos Industriales</b>								
<b>3511 Productos químicos inorgánicos básicos</b>								
3511 a Acido clorhídrico	t de Produc.			sólo agua de enf.		Insigni- ficante		Insigni- ficante
3511 b Acido sulfúrico	t de Produc.			1.62		Insigni- ficante		Insigni- ficante
3511 c Acido nítrico	t de Produc.			C.W.		Insigni- ficante		Insigni- ficante
3511 d Acido fosfórico (sin laguna)	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			670				
3511 e Acido fosfórico (con laguna)	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		1-1.6	2.8				
3511 f Acido fosfórico (proceso térmico)	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			4.6				
3511 g Amoníaco	t de Produc.			2.1		0.2		0.26
3511 h Hidróxido de sodio (cátodo de mercurio)	t de Cl <sub>2</sub>							
3511 i Hidróxido de sodio (celda de diafragma)	t de Cl <sub>2</sub>							
3511 j Acido fluorhídrico	t de Produc.			11.0		Insigni- ficante		Insigni- ficante
3511 k Pigmentos de cromo	t de Produc.							
<b>3511 l Productos químicos orgánicos básicos</b>								
3511 m Ver Cuadro 2.3 pág. 75	t de Produc.			8.3		0.11		2
3511 n Ver Cuadro 2.3 pág. 75	t de Produc.			12.7		0.35		
3511 o Ver Cuadro 2.3 pág. 75	t de Produc.			12.6		63		193
3511 p Ver Cuadro 2.3 pág. 75	t de Produc.			450		136		2600
<b>SUBTOTAL C</b>								

DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES INDUSTRIALES (Continuación)

AÑO .....

CÓD	SS		SOT		ACEITE		N		OTROS					
	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad	t/año	kg/ unidad
	18		188											
	28		258											
	12.5		134											
	23		37											
	16.2		30											
	11.5		15											
	Insignificante		Insignificante		Insignificante		Insignificante							
	Insignificante		Insignificante		Insignificante		Insignificante							
	Insignificante		Insignificante		Insignificante		Insignificante							
	3772						6		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 32.3		F <sup>-</sup> 22.2		Cu 0.74	
							0.15		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25.2		F 11.2		SO <sub>4</sub> 82.2	
									P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 1.0				SO <sub>4</sub> 8.4	
						10								
							0.12							
									NaOH 13.6		Hg 0.15		CH <sub>4</sub> 0.7	
									NaOH Insignif				NaOH Insignif	
	2711													
	70.4								F <sup>-</sup> 45.4		Zn 0.4			
									Cr <sup>+6</sup> 30.5		Cr 21.5		Zn 8.8	
									COT 0.467					
									COT 20					
									COT 76					
									COT 830					

CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION INDUSTRIALES (Continuación)

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		DOO
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg/unidad	t/año	unidad
3512 Fertilizantes:	t de Produc.	(Los efluentes principales son aquellos provenientes de la producción de ácido fosfórico (3511 d ó e) y de ácido sulfúrico 3511 b)						
3512 a Superfosfato normal (18 <sup>o</sup> /o P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								
3512 b Superfosfato triple (48 <sup>o</sup> /o P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								
3512 c Fosfato de amonio (21 <sup>o</sup> /o P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								IDEM
3512 d Fosfato di-amonio (20 <sup>o</sup> /o P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								IDEM
3512 Plaguicidas:								IDEM
3512 e DDT	t de Produc.			5.3				
3512 f Herbicidas de hidrocarburos clorados	t de Produc.		0.6	3.6		22.7		30
3512 g Carbamato	t de Produc.		7-10			0		
3512 h Paratión	t de Produc.		2			0		
3513 Resinas sintéticas, plásticas y fibras								
3513 a Fibras de rayón	t de Produc.			471		68.4		365
3513 b Elastómeros vulcanizables (caucho sintético)	t de Produc.			19.8		2.6		20
3513 c Poliolefinas (polietileno)	t de Produc.			0				
3513 d Resinas de poliestireno y copolímero				6.7		Insignificante		Insignificante
3513 e Resinas vinílicas (PVC)	t de Produc.			12.5		10		
3513 f Resinas de poliéster y alquídicas	t de Produc.							
3513 g Resinas fenólicas	t de Produc.		6.4	4		47.3		
3513 h Resinas acrílicas (polímero a granel)	t de Produc.			0				
3513 i Resinas acrílicas (polímero emulsionado)	t de Produc.			0.5		1.5		
SUBTOTAL D								





CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO <sub>5</sub>		DQO kg/unidad
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg/unidad	t/año	
3521 Pinturas, barnices y lacas				Contaminación insignificante				
3522 Manufactura de drogas y medicinas				Contaminación insignificante				
3522 a Eritromicina	t de Produc.		7.2	4000		13800		
3522 b Estreptomicina	t de Produc.		8.5	4000		7400		
3522 c Tetraciclina	t de Produc.		9.4	4000		5200		
3522 d Penicilina	t de Produc.		4.5	4000		12800		
3522 e Aureomicina	t de Produc.		8	4000		14280		
3523 Preparados de jabón y limpiadores								
3523 a Jabón de hervor en caldera	t de Produc.			4.5		6		10
3523 b Jabón de ácidos grasos	t de Produc.			3.1		13.5		29.5
3523 c Detergentes	t de Produc.			2.8		0.4		1.2
3523 d Refinación de glicerina	t de Produc.			10 (1120)		20		40
3523 e Detergentes líquidos	t de Produc.					5.3		
3529 a Goma animal (a partir de carne)	t de Produc.			421		2500		4800
3529 b Goma animal (a partir de cuero)	t de Produc.			457		580		
3529 c Goma animal (a partir de material de cromo)	t de Produc.			428		280		650
3530 Refinación de petróleo:								
3530 a Refinerías clásicas de destilación primaria	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			66		3.4		37
3530 b Refinerías antiguas de destilación primaria	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>					190		
3530 c Refinerías de pirólisis a presión baja	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			79		71.5		200
3530 d Refinerías de pirólisis a presión alta	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			93		72.9		217
3530 e Refinerías de lubricación	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			117		217		543
3530 f Refinerías petroquímicas	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			108		171.6		463
3530 g Refinerías integrales	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>			234		197		328
3540 Productos asfálticos				No hay contaminación significativa				
3540 a Pavimentación asfáltica								
3540 b Productos de techado asfáltico	t de Produc.			50		8		
SUBTOTAL E								

DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES INDUSTRIALES (Continuación)  
 AREA .....

AÑO .....

SS		SDT		ACEITE		N		OTROS						
t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
	5800													
	1778													
	4				0.9						Zn 0g			
	23				3.5									
	0.7				0.4									
	4				2									
	0.8													
	4280													
	1920													
	400													
	11.7				8.3		1.2		fenoles 0.34				COT 8.0	
					115		24		fenoles 4.3		S <sup>2-</sup> 6			
	27				27		10		fenoles 2.86				COT 46.7	
	18.2				31.4		28.3		fenoles 4.0		S <sup>2-</sup> 0.9		COT 41.5	
	71.5				120		24.1		fenoles 8.3				COT 108	
	48.8				62.9		34.3		fenoles 7.2		S <sup>2-</sup> 0.86		COT 148.9	
	58				75		20.5		fenoles 3.8		S <sup>2-</sup> 2.9		COT 139	
	40													



DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES

AREA .....

AÑO .....

SS		SDT			ACEITE		N		OTROS					
t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
	1		12		0.12									
	0.7		8.0											
	0.9		6.8						Alcalini- dad 1.4		S <sup>2-</sup> 3.7		K 3.3	
	Insigni- ficante		0.3						0.1					
	0.44				0.075		0.95		CN 0.045		fenoles 0.197		S <sup>2-</sup> 0.18	
	16.8						0.09		CN 0.011		fenoles 0.0065		S <sup>2-</sup> 0.11	
	3.5						0.01						F <sup>-</sup> 0.0018	
	4.93								Zn 1.01				F <sup>-</sup> 0.0455	
	11.7								Zn 1.58				F <sup>-</sup> 0.013	
	0.3				0.25									
	4.47		2.2		0.46				Zn 0.016		SO <sub>4</sub> 4.4		F <sup>-</sup> 4.2	

Cuadro 4.1) se eliminan como también consideradas.

CUADRO 2.1 CUADRO DE TRABAJO PARA EL CALCULO DE CARGAS DE DESECHOS Y CONTAMINACION INDUSTRIALES (Continuación)

INDUSTRIA Y PROCESO	UNIDAD	Producción 10 <sup>3</sup> Unidades/año	pH	VOLUMEN DE DESECHO		DBO5		
				m <sup>3</sup> /unidad	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	kg/unidad	t/año	kg/unidad
3720 j Fundición de estaño y refinación	t de Produc.							
3720 k Fundición de zinc a partir de mineral	t de Produc.							
3720 l Procesamiento secundario de zinc								
3720 n Fundición primaria de mercurio	t			4.3				
Producto Metálico Manufacturado	t de lámi- nas de hierro usadas							
3840 a Enseres domésticos				65		19.3		82
3840 b Galvanoplastia	t de ánodos CU			1403				
	NI			1619				
	Cr2O3			36.300				
	Zn			1815				
	Cd			883				
	Sn			1125				
Depósito de cobre	m <sup>2</sup> de metal electro- deposi- tado			94				
Depósito de níquel				103				
Depósito de cromo				95				
Depósito de zinc				93				
3840 c Decapado por baño ácido de láminas de hierro	t de láminas			1				
3840 d Decapado y baño brillante de cobre y latón	t de Produc.			9				
3843 Manufactura de vehículos automotores	t de láminas de hierro pintadas			55		19.3		82
Electricidad y Gas								
4101 Plantas generadoras	10 <sup>3</sup> MW H			129		2.2		17
4102 Manufactura de gas a partir de hornos de coque <sup>c</sup>	t de coque 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> gas			0.42 0.63		0.58 0.87		
SUBTOTAL G								

B Si se usa baño de cianuro

DEL AGUA PROVENIENTES DE EFLUENTES

AREA ..... AÑO .....

BS		SDT		ACEITE		N		OTROS						
t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año	kg/unidad	t/año
		No hay otros factores de desecho disponibles												
	8.3		22.6		3.4				Zn 0.44		Cr 0.13		P0.02	
									Cu 9.77		CN <sub>2</sub> 20			
									Ni 3.88					
									Cr <sup>6</sup> 297		Cr(total) 743			
									Zn 224		CN 32.5			
									Cd		CN 17.5			
									Sn					
									Cu 0.66					
									Ni 0.27					
									Cr <sup>6</sup> 0.92		Cr(total) 1946			
									Zn 0.21					
									Cu 3.5		Zn <sup>b</sup> 7.5		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 116	
	8.3		22.6		3.4				Zn 0.44		Cr 0.13		P0.02	
	286		110		0.15				Zn 0.01		Ni 0.047		Cr 0.006	
	0.44 0.66				0.075 0.11	0.95 1.4			CN 0.045 CN 0.07		fenoles 0.197 fenoles 0.3		SZ-0.18 SZ-0.27	

c Los factores para manufactura de gas a partir de hornos de coque (código 4102) están basados en la suposición de que los condensados y lodos producidos (ver cuadro 4.1) son dispuestos como desechos sólidos. Sin embargo, si los desechos son líquidos, la contaminación líquida y las cargas de desechos involucradas, deberán ser también consideradas.

CUADRO SINOPTICO PARA EL CUADRO 2.1

Contaminante o Indicador de contaminación	Subtotal A	Subtotal B	Subtotal C	Subtotal D	Subtotal E	Subtotal F	Subtotal G	Total
Volumen de Desecho								
DBO <sub>5</sub>								
DQO								
SS								
ACEITE								
N								
FENOLES								
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>								
g <sup>2-</sup>								
CN								
H <sub>g</sub>								
Cu								
Ni								
Cr								
Zn								
Cd								
Sn								
Hidrocarburos Clorados								
F <sup>-</sup>								

NOTAS: (1) Los factores para la demanda química de oxígeno (DQO) y para los sólidos disueltos totales (SDT), no siempre están disponibles. Por lo tanto, los espacios en blanco en estas columnas significan que no hay datos disponibles.

(2) Las cantidades de DQO totales pueden ser calculadas a partir de cantidades conocidas de DBO<sub>5</sub>; la relación de DQO<sub>5</sub> de 2 a 5 para los efluentes menos tóxicos.

(3) Las cantidades de SDT no están incluídas en el cuadro sinó porque los factores para SDT están disponibles sólo para algunos procesos y el resumen de las cantidades de estos procesos no darán una imagen verdadera de la situación global con respecto a SDT.





**INDUSTRIA DE BEBIDAS**

**3131 DESTILERIAS DE ALCOHOL <sup>1,2</sup>**

	Destilerías <sup>1,2</sup> de grano	Destilerías <sup>2</sup> de melaza	Destilerías <sup>2</sup> de caña de azúcar
Volumen de desecho m <sup>3</sup> /t de alcohol anhidro	63	63	113
DBO <sub>5</sub> kg/t de alcohol anhidro	216	220	426
SS kg/t de alcohol anhidro	257	300	
SDT kg/t de alcohol anhidro	257	305	

Factores de conversión útiles: 1 Bushel\* de grano produce 17.8 l. de alcohol y 2.4 l. de melaza producen 1 litro de alcohol.

Cuando el alimento es recuperado, el volumen de desecho total es de 160 m<sup>3</sup>/t de alcohol mientras que la DBO<sub>5</sub> es reducida entre 94 y 98%.

\* 1 Bushel equivale a 36.36 litros

<sup>1</sup> *Rudolf, W. INDUSTRIAL WASTES: THEIR DISPOSAL AND TREATMENT. New York, N.Y. Reinhold Publication Co., 1953.*

<sup>2</sup> *Datos no publicados del Centro Estatal para la Tecnología Ambiental y Sanitaria, Sao Paulo, Brasil.*

**3132 INDUSTRIAS VINATERAS <sup>1</sup>**

Volumen de desecho (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de vino)	DBO <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> de vino)
4.8	0.255

<sup>1</sup> *NEW DEVELOPMENT IN INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT. Vienna, Wiener Mitteilungen Wasser - Abwasser Gewässer, 19. (Vol. 28).*

33 c PRODUCCION DE CERVEZA TOTAL 1,2,3

	Volumen de desecho (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de cerveza)	DBO <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> de cerveza)	SS (kg/m <sup>3</sup> de cerveza)
Preparación de la malta		1.1	0.2
Fermentación		7.5	14.5
Preparación de cerveza total	14.5	8.6	14.7

1. *Parsons, C. QUATRIEME SYMPOSIUM SUR LES EAUX RESIDUAIRES DES INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES, Budapest, March 1970.*

2. *Uthsharan, T. R. Documento OMS No. WA/73.15 No Publicado.*

3. *Reinrow, N.L. LIQUID WASTE OF INDUSTRY, Reading, MS, Addison-Wesley, 1971, p. 330.*

3134 INDUSTRIAS DE REFRESCOS Y AGUA CARBONATADA

	Promedio	Sin preparación de Jarabe	Con preparación de Jarabe
Volumen de desecho	7.1 m <sup>3</sup> /t	4.3 m <sup>3</sup> /t	12.8 m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	2.5 kg/t	2.15 kg/t	4.33 kg/t
SS	1.9 kg/t	0.73 kg/t	4.33 kg/t
Alcalinidad total	3.7 kg/t		

1. *Pogus, R. & Stutzinski, F.J. In: PROCEEDINGS OF THE 15TH INDUSTRIAL WASTE CONFERENCE, p. 311, Purdue University, Purdue, 1960.*

**MANUFACTURA DE TEXTILES**

**3211 a/b ELABORACION DE LANA 1,2**

**DESECHOS DE PROCESOS INDIVIDUALES**

	Estregado	Tefido	Lavado	Carbonizado	Blanqueo
VD (m <sup>3</sup> /t)	17	26	362	132	12.5
DBO <sub>5</sub> (kg/l)	227	22	63	2	1.4
DOO (kg/l)	1 093			347	
SS (kg/l)	163			44	
SDT (kg/l)	116	100	95	166	3.3
Acete (kg/l)	191.4				
Fenolos (kg/t)	0.0537	0.166			
Cr (kg/l)		1.33			
pH	9-10.4	4.8-8	7.3-10	1.9-9	6

<sup>1</sup> THE COST OF CLEAN WATER. Washington, DC, Federal Water Pollution Control Association, 1967 (Volume III, Industrial Waste Profiles No. 4-Textile Mill Products) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 218 185/BE).

<sup>2</sup> SEAS PHASE III - REFERENCE DATA DOCUMENTATION - SOLID WASTE / RECYCLING. Arlington, VA, International Research and Technology Corporation, 1976.

**Promedio de desechos compuestos:**

	Existencias no estregadas	Estregados
Volumen de desecho (m <sup>3</sup> /t)	544	537
DBO <sub>5</sub> (kg/l)	314	87
DOO (kg/l)	1 440	347
SS (kg/t)	196	43
SDT (kg/l)	481	365
Fenol (kg/t)	0.22	0.166
Acete y grasa (kg/t)	191	
Cromo (kg/t)	1.33	1.33
pH	2-10	2-10

Suposiciones: 200/o del producto es mercerizado y 100/o del producto es blanqueado

**ELABORACION DE TEXTILES SINTETICOS 1, 2**

	<b>3211 d Rayón</b>	<b>3211 e Acetato</b>	<b>3211 f Nilon</b>	<b>3211 g Acrílico</b>	<b>3211 h Poliéster</b>
Volumen de desorci.	42 m <sup>3</sup> /t	75 m <sup>3</sup> /t	125 m <sup>3</sup> /t	210 m <sup>3</sup> /t	100 m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	30 kg/t	45 kg/t	45 kg/t	125 kg/t	185 kg/t
DQO	52 kg/t	78 kg/t	78 kg/t	216 kg/t	320 kg/t
SS	55 kg/t	40 kg/t	30 kg/t	87 kg/t	95 kg/t
SDT	100 kg/t	100 kg/t	100 kg/t	100 kg/t	150 kg/t
pH			6.5 - 12.5		

1 *Maxwell, J.W. et al. A SIMPLIFICATION OF TEXTILE WASTE SURVEY AND TREATMENT, New England Interstate Water Pollution Control Commission, 1959.*

2 *SEAS PHASE III - REFERENCE DATA DOCUMENTATION - SOLID WASTE / RECYCLING, Arlington, VA, International Research and Technology Corporation, 1976.*

3511 m	3511 n	3511 o	3511 p
	Butadieno	Alquitrán mineral	
	Acetileno	Etilen glicol	
	Oxido de etileno	Dimetil tereftalato Productos oxo químicos	
	Formaldehído	Fenol Acido tereftálico	
	Di-cloruro de etileno	Acrilatos p - Cresol	
	Cloruro de vinilo **	Metil metacrilatos Tetraetilo de plomo	
	Estireno		
	Metil Aminas		

\* Producido por adición de HCl al acetileno

\*\* Producido por pirólisis de Di-cloruro de etileno.

2

	3511 m Productos químicos	3511 n Productos químicos	3511 o Productos químicos	3511 p Productos químicos
Volumen de desecho	8.3 m <sup>3</sup> /t	12.7 m <sup>3</sup> /t	12.6 m <sup>3</sup> /t	450 m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	0.11 kg/t	0.35 kg/t	63 kg/t	136 kg/t
DOO	2 kg/t	11 kg/t	193 kg/t	2500 kg/t
COT	0.467 kg/t	20 kg/t	76 kg/t	830 kg/t

1 DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE MAJOR ORGANIC PRODUCTS POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, April 1974 (EPA/440/1-74/009-A).

<sup>1</sup> Riley, J.E. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE TYRE AND SYNTHETIC SEGMENT OF THE RUBBER PROCESSING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC. US Environmental Protection Agency, February 1974 (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 609/2 BA).

Nemerow, N.L. LIQUID WASTE OF INDUSTRY. Reading, MA, Addison Wesley, 1971, pp. 493-500.

### 3513 h RESINAS ACRILICAS <sup>1</sup>

Los métodos de polimerización a granel y por solución producen poco desecho.

La polimerización por emulsión produce:		
Volumen de desecho	0.6	m <sup>3</sup> /t
DBO <sub>5</sub>	1.5	kg/t

<sup>1</sup> Nemerow, N.L. LIQUID WASTE OF INDUSTRY. Reading, MA, Addison Wesley, 1971, pp. 493-500.

### MANUFACTURA DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS

#### 3521 MANUFACTURA DE PINTURAS, BARNICES Y LACAS

Poco contaminación se origina de estas plantas en forma de efluentes líquidos.

#### 3522 MANUFACTURA DE DROGAS Y MEDICINAS

3522 a PRODUCTOS BIOLÓGICOS: No hay datos disponibles

3522 b PRODUCTOS MÉDICOS, QUÍMICOS Y BOTÁNICOS <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nemerow, N.L. LIQUID WASTE OF INDUSTRY. Reading, MA, Addison-Wesley, 1971, p. 331.

<sup>2</sup> Kozłowski, B. & Kucharski, J. INDUSTRIAL WASTE DISPOSAL, Oxford, Pergamon Press, 1972.

	pH	Volumen de desecho m <sup>3</sup> /t	DBO <sub>5</sub> kg/t	DD kg/t
Eritromicina	7.2	4 000	13 800	5 600
Istreptomicina	8.5	4 000	7 400	
Tetraciclina	9.4	4 000	5 200	1 776
Penicilina	4.6	4 000	12 800	
Aureomicina	8	4 000	14 280	

#### 3523 MANUFACTURA DE JABONES Y LIMPIADORES <sup>1</sup>

	3523 a Jabón de hervor en caldera	3523 b Jabón de ácidos grasos	3523 c Detergentes (duros o suaves)	3523 d Refinación de glicerina	3523 e Detergentes líquidos
Volumen de desecho	4.5 m <sup>3</sup> /t	3.1 m <sup>3</sup> /t	2.8 m <sup>3</sup> /t	10*(1120**) m <sup>3</sup> /t	
DBO <sub>5</sub>	6 kg/t	13.5 kg/t	0.4 kg/t	20 kg/t	5.3 kg/t
DDO	10 kg/t	24.5 kg/t	1.2 kg/t	40 kg/t	7.9 kg/t

Cálculos de desecho crudo basados en amperes de electricidad consumidos por hora o en el área producida con el depósito por galvanoplastia.

	VD (m <sup>3</sup> /Amper/h)	Desecho Seco (mg/Amper/h)	VD (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Desecho Seco (mg/m <sup>3</sup> )
Baño de cobre	1.67	11.6	94	658
Baño de níquel	1.66	4.35	103	270
Baño de cromo	1.66	13.6 Cr <sup>6+</sup> +34 Cr (TOTAL)	95	918 Cr <sup>6+</sup> , 1946 Cr (TOTAL)
Baño de zinc	1.52	205	93	12 448
Baño de cianuro				
De cualquier tipo		23.8		1 333

<sup>1</sup> Krickenberger, K.R. DEVELOPMENT DOCUMENT FOR EFFLUENT LIMITATIONS GUIDELINES AND NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS FOR THE COPPER, NICKEL, CHROMIUM AND ZINC SEGMENT OF THE ELECTROPLATING POINT SOURCE CATEGORY. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, March 1974 (EPA/440/1-74-003-A) (US National Technical Information Service Microfiche No. PB 238 834/6 BA).

<sup>2</sup> CANNING HANDBOOK ON ELECTROPLATING, Birmingham, W. Canning and Co. Ltd., 1970 (21st Edition).

3840a MANUFACTURA DE ENSERES DOMESTICOS (ESTUFAS, REFRIGERADORES, ETC) <sup>1</sup>

Volumen de desecho	55 m <sup>3</sup> /t de lámina de hierro
DBO <sub>5</sub>	19.3 kg/t de lámina de hierro
DQO	82 kg/t de lámina de hierro
SS	8.3 kg/t de lámina de hierro
SDT	22.6 kg/t de lámina de hierro
Acelte y grasa	3.4 kg/t de lámina de hierro
Fósforo	0.02 kg/t de lámina de hierro
Zn	0.44 kg/t de lámina de hierro
Cr	0.13 kg/t de lámina de hierro

<sup>1</sup> Economopoulos A.P., Comunicación Personal.

# **ANEXO 3.**

## ***Cargas de contaminación provenientes de efluentes domésticos***

**Cuadro 3.1** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos y contaminación provenientes de efluentes domésticos.



CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3211 b Tejido y acabado de la lana.	t		38		Borra, contenedores de tiendas y compuestos químicos, etc.	5
	t		25*		Pretratamiento de fibras cribadas.	
	t		100			
	t		32			Fibra e hilo.
3211 c Algodón (preparación del hilo) Tejido	t		11		fibra, hilo y tela.	
Tejido y acabado	t		7		Tela y borra.	
	t		0.8*		Pretratamiento de fibras cribadas.	
	t		20*			
	t		2 300			Lodo del tratamiento de agua residual.
	t					
3231 a Tenerías a base de sales de cromo- ganado vacuno	1 000 pieles		450*		Desechos del proceso (productos del recorte, etc.).	6
	1 000 pieles		550			
	1 000 pieles		310*		Desechos del proceso conteniendo Cr, Pb, Zn.	
	1 000 pieles		1 770			
	1 000 pieles		90*		Sólidos cribados de agua residual conteniendo Cr, Pb, Zn.	

NOTA: Los factores que presentan asteriscos ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca.  
 En las tenerías de piel de oveja, desechos similares son normalizados por tonelada de produ

La piel de vaca pesa 25 kg y una piel de oveja o de cabra pesa 3 kg.

# **ANEXO 4.**

## **Cargas de desechos sólidos industriales**

**Cuadro 4.1** Cuadro de trabajo para el cálculo de cargas de desechos sólidos industriales.

**Cuadro 4.2** Cuadro en blanco para el cálculo de cargas de desechos sólidos para industrias no enlistadas en el Cuadro 4.1

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referen
			kg/unidad	t/año		
3111a Matadero	t PVS*		35		Sangre, vísceras, pezuñas, etc.	1
	t PVS*		3		Animales infectados y órganos	2
3111b Empacadora	t		300		Hueso, partes de carne no comestibles, etc.	3
3111c Procesamiento de aves de corral	10 <sup>3</sup> aves		35		Plumas, pezuñas, partes no comestibles	1
3113 Enlatado de frutas y verduras	t		60		Cáscaras, corazones, semillas, etc.	4
3114 Enlatado de pescado	t		100		Partes no comestibles de pescado	3
3115b Refinación de aceite vegetal	t		4.7*		Lodos de purificación embebidos en aceite	2
3118 Refinerías de azúcar	t		N/D		Remolachas y cañas de azúcar usadas	-
3121a Almidón y glucosa	t		N/D		Residuos de maíz, etc.	-
3131a Destilerías de alcohol	t		N/D		Resinas usadas, higo, caña de azúcar, etc.	-
3133 Elaboración de cerveza	m <sup>3</sup>		20		Lúpulo usado, residuos de grano, levadura, etc.	3
3211a Estregado de lana	t		95		Mugre, pelo y barreduras	5
	t		570*		Lodo proveniente del tratamiento de agua residual	
	t		5 700			

NOTA: Los factores que presentan asterisco ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca. No se adopte interpretación alguna en los casos de matadero, empacadora y procesamiento de aves de corral.

N/D - No hay información disponible.

PVS - Peso Vivo Sacrificado.

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3211b Tejido y acabado de la lana	t		38		Borra, contenedores de tintas y compuestos químicos, etc.	
	t		25*		Pretratamiento de fibras cribadas	
	t		100			
3211c Algodón (separación del hilo)	t		32			Fibra e hilo
Tejido	t		11		Fibra, hilo y tela	
Teñido y acabado	t		7		Tela y borra	
	t		0.8*		Pretratamiento de fibras cribadas	
	t		2.8			
	t		20*			
3231a Tenerías a base de sales de cromo-ganado vacuno <u>a</u>	t		2 300		Lodo del tratamiento de aguas residual	
	1 000 pieles		450*		Desechos del proceso (productos del recorte, etc.)	
	1 000 pieles		650			
	1 000 pieles		910*		Desechos del proceso conteniendo Cr, Pb, Zn	
	1 000 pieles		1 770			
	1 000 pieles		90*		Sólidos cribados de agua residual conteniendo Cr, Pb, Zn	

NOTA: Los factores que presentan asterisco ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca.

a para tenerías de piel de oveja, desechos similares son normalizados por tonelada de producto. Una piel de vaca pesa 25 kg y una piel de oveja o de cabra pesa 3 kg.

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
	1 000 pieles		390		Sólidos cribados de agua residual conteniendo Cr, Pb, Zn.	
	1 000 pieles		300*		Lodos de agua residual conteniendo Cr, Pb, fenoles.	
	1 000 pieles		2 700			
3231 b Tinción con agentes vegetales ganado vacuno ■	1 000 pieles		230*		Desechos del proceso (productos del recorta, etc.).	6
	1 000 pieles		250			
	1 000 pieles		910*		Desechos del proceso conteniendo Cr, Pb, Zn.	
	1 000 pieles		1 770			
	1 000 pieles		10*		Sólidos cribados de agua residual conteniendo Cr, Pb, Zn.	
	1 000 pieles		40			
3231 c Terminado de cuero solamente ganado vacuno ■	1 000 pieles		75*		Desechos del proceso (productos del recorta, polvo, etc.).	6
	1 000 pieles		84			
	1 000 pieles		55*		Desechos del proceso conteniendo Cr, Pb.	
	1 000 pieles		161			
3411 Fábricas de pulpa	t		50		Celulosa, ligninas, azúcares reductores, etc.	1

NOTA: Los factores que presentan asteriscos ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca.  
 Para tenerías de piel de oveja, desechos similares son normalizados por tonelada de producto. Una piel de vaca pesa 25 kg y una piel de oveja o de cabra pesa 3 kg.

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3511 b Acido sulfúrico	t		N/D		Catalizador usado en el proceso de contacto (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	
					Mineral sulfuroso usado (cuando se usa como materia prima)	
3511 e Acido fosfórico (proceso húmedo)	t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		4 750*		Yeso cuando es removido de los efluentes	2
3511 g Amoníaco	t		N/D		Condensados aceitosos provenientes de reservas alimenticias	
3511 h Hidróxido de sodio (método de cátodo de mercurio)	t de Cl <sub>2</sub>		40*		Gráfita y lodos de purificación (Ca CO <sub>3</sub> Mg(OH) <sub>2</sub> , tal vez con Hg)	7
3511 Productos químicos orgánicos básicos			N/D			
3512 Producción de plaguicidas	t de ingrediente activo		200*		Contenedores, sacos, 1,50/o de material tóxico activo, etc.	8
					Productos rotos de emulsión material potencialmente tóxico	
3513 Manufactura de resinas sintéticas, plásticos y fibras	t de ingrediente activo		N/D			
3521 Pinturas de látex	t de pintura		5,8		Sedimento de pintura, solventes de desecho etc/Hg 125 g/l	8
3521 Solventes para pintura	t de pintura		8,3		Sedimento de pintura, solventes de desecho etc/metales pesados 4,50/o	8
3522 Productos químicos farmacéuticos orgánicos sintéticos	t		800		Solventes de desecho	9

NOTA: Los factores que presentan asteriscos ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca.

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
	t		600		Desechos sólidos secos	
3522 Productos de fermentación (Antibióticos)	t		1200		Concentrado de desecho de solventes	9
	t		600		Solventes (acetato de butilo)	
	t		600		Grasas, proteínas disueltas, etc.	
	t		80 000		Lodo proveniente del tratamiento de agua residual	
3523 a Jabón de herbor en cáldera	t		N/A			
3529 Goma animal	t		N/A			
3530 a Refinería de destilación de petróleo	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> crudo		1 311		Lodos aceitosos y tóxicos provenientes de tanques de almacenamiento de gasolina	10
3530 b Refinería de pirólisis a presión baja	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> crudo		1 675		Lodos aceitosos y tóxicos	10
3530 c Refinería de pirólisis a presión alta	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> crudo		3 303		Lodos aceitosos y tóxicos	10
3530 d Refinería de lubricantes	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> crudo		6 140		Lodos aceitosos y tóxicos	10
3530 g Re-finación de aceite de lubricación usado	m <sup>3</sup> de aceite refinado		150		Resinas aceitosas con ácido sulfúrico	11
	m <sup>3</sup> de aceite refinado		59		Otros lodos	11
	m <sup>3</sup> de aceite refinado		77		Lodos de purificación con aceite	11

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3561 a Llantas de caucho	t		55		Desecho de caucho, rellenos, etc.	12
3561 b Otros productos de caucho	t		175			12
3710 a Horno metalúrgico de coque	t de coque		5.5		Condensados y lodo con Cr 10g/m <sup>3</sup> , Cu4g/m <sup>3</sup> , Mn 102g/m <sup>3</sup> , Ni 5.5g/m <sup>3</sup> , Pb 30.5g/m <sup>3</sup> , Zn 96.5g/m <sup>3</sup> , aceites 20.3 <sup>o</sup> /o.	13
3710 b Horno de chorro	t de hierro para envase		348		Escoria (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	13
			16.2		Polvo (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	
			24.4		Lodo (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	
3710 c Horno de acero BOF	t de acero		145		Escoria (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	13
	t de acero		16.0		Mugre (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	
	t de acero		17.3		Lodo (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	
3710 d Horno de hogar abierto	t de acero		243		Escoria (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	13
	t de acero		13.7		Polvo (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	

NOTA: (a) Se requieren aproximadamente 0.66 kg de coque por kg de hierro para envase fierro sucio.  
 (b) Aproximadamente 0.72 kg de hierro para envase ofrecen 1 kg de acero.



CUADRO Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3710 e Horno de acero de arco eléctrico	t de acero		120		Escoria (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	13
	t de acero		12.8		Polvo (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	
	t de acero		8.7		Lodo (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)	
3710 f Fundidoras de hierro	t de piezas fundidas		142		Escoria, polvo, refractarios (metales pesados)	13
			600		Arena de fundición con metales pesados y fenoles	
			32.8		Lodo con metales pesados	
3710 f Fundidoras de acero	t de piezas fundidas		361		Escoria, polvo, refractarios con metales pesados	13
	t de piezas fundidas		780		Arena (metales pesados y fenoles)	
	t de piezas fundidas		36.4		Lodo (metales pesados)	
3720 a Alúmina a partir de bauxita	t de alúmina		2 000*		Lodos rojos provenientes del tratamiento de agua residual	2
3720 b Fundición primaria de aluminio	t de aluminio		117		Lodo proveniente de purificadores (14% de flúor)	14
	t de aluminio		7.6		Polvo en almacén de piezas fundidas y en (F, Cu, Pb)	14

NOTA: Los factores que presentan asteriscos ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca.

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y Proceso	Unidad de Producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho Sólido		Naturaleza del Desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
	t de aluminio		59		Usados y netes provenientes de las celdas (F, CN)	14
3720c	Fundición secundaria de aluminio					14
(i)	Fundición de fragmentos	t	75		Lodo del lavador (Cr, Cu, Pb, Zn)	14
(ii)	Fundición de escoria	t	1 400		Escoria altamente salina (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn)	14
3720d	Fundición de cobre	t	3 000		Escoria (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)	14
	t		17		Polvos (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)	14
	t		155		Lodos (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)	
3720e	Refinación electrolítica de cobre	t	2.4		Lodo (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)	14
3720f	Fundición secundaria de cobre	t	350		Escoria del horno de chorro (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)	
3720h	Fundición primaria de plomo y refinación	t	410		Escoria (Cd, Cu, Mn, Pb, Sb, Zn)	14
	t		89		Lodo (Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Sb, Zn, Hg)	14

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3720 i Fundición secundaria de plomo y refinación						
(i) Plomo dúctil/horno de chorro	t		472		Escoria y lodo de lavador (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn)	14
(ii) Plomo sólido/horno de cúpula	t		325		Escoria (Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn)	14
(iii) Metal blanco/reverberatorio	t		163		Escoria (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn)	14
3720 j Fundición primaria de estaño y refinación			15		Escoria (Sn, Pb, posiblemente Sb, As, Zn)	14
3720 k Fundición primaria de zinc						
(i) Refinación electrolítica	t		26.1		Lodos (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb, Se, Zn)	14
(ii) Fundición y refinación (pirometalúrgico)	t		1 050		Residuo de retorta (Cd, Cr, Cu, Pb, Se, Zn)	14
	t		122		Lodos (Cd, Cr, Cu, Pb, Se, Zn, Hg)	14
3720 m Fundición primaria de antimonio y refinación						
(i) Hornos de chorro o de sinterización (proceso pirometalúrgico)	t		2 000		Escoria (Pb, Cu, Zn, Sb)	14
(ii) Proceso electrolítico	t		210		Anolito usado (As 16g/m <sup>3</sup> , Pb 5g/m <sup>3</sup> , Cu 50g/m <sup>3</sup> , Zn 2g/m <sup>3</sup> , Ni 5g/m <sup>3</sup> , Sb 27 000g/m <sup>3</sup> , Cr 32g/m <sup>3</sup> , Cd 1g/m <sup>3</sup> )	14

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
3720 n Mercurio primario y refinación	t		207 000		Residuo calcinado (As, Pb, Cu, Zn, Ni, Hg, Mn, Sb, Cd, Cr)	14
3720 o Refinación primaria de titanio	t		320		Lodos del clorizador y del condensador (V, Cr, Zr, Ti, Cl)	14
3840 Galvanoplastia de Cu	t de anodos de Cu		9*		Cu en el lodo del efluente tratado (también puede haber cianuro presente)	3.15
Galvanoplastia de Ni	t de anodos de Ni		4*		Ni en el lodo del efluente tratado	3.15
Galvanoplastia de Cr	t de Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		250*		Cr en el lodo del efluente tratado	3.15
Galvanoplastia de Zn	t de anodos de Zn		220*		Zn en el lodo del efluente tratado (también puede haber cianuros presentes)	3.15
3841 Diques secos			N/D		Lodo aceitoso proveniente de la limpieza de los buques tanque. Lodo tóxico proveniente de la limpieza de los buques tanque.	
4101 a Plantas termoeléctricas de lignito <sup>b</sup>	Mwh		10(A) <sup>a</sup>		Ceniza proveniente de chimeneas y de equipo de control de contaminación del aire	3
4101 b Plantas termoeléctricas de carbón bituminoso <sup>b</sup>	Mwh		4.3(A) <sup>a</sup>		Cenizas del fondo y de equipos de control de contaminación del aire	3
	Mwh				Bifenilos policlorinados provenientes de transformadores	

NOTA: Los factores que presentan asterisco ofrecen cargas de desechos sólidos sobre una base seca.

<sup>a</sup> A es el porcentaje de ceniza contenido en el combustible.

<sup>b</sup> Si no se emplean controles de emisiones al aire, sólo se obtiene el 70% de las cantidades de ceniza arriba calculadas.

CUADRO 4.1 Cuadro de Trabajo para el Cálculo de Cargas de Desechos Sólidos Industriales (Continuación)

Industria y proceso	Unidad de producción	Producción 10 <sup>3</sup> unidades/año	Desecho sólido		Naturaleza del desecho	Referencia
			kg/unidad	t/año		
4102 Manufactura de gas a partir de hornos de coque	t de coque		5.5		Condensador: lodo con Cr 10g/m <sup>3</sup> , Cu 4g/m <sup>3</sup> , Mn 102 g/m <sup>3</sup> , Ni 5.5 g/m <sup>3</sup> , Pb 30.5g/m <sup>3</sup> , Zn 96.5g/m <sup>3</sup> , aceite 20.30/o	13
	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de gas		8.25		Condensados y lodos con Cr 10g/m <sup>3</sup> , Cu 4g/m <sup>3</sup> , Mn 102g/m <sup>3</sup> , Ni 5.5g/m <sup>3</sup> , Zn 96.5g/m <sup>3</sup> , aceite 20.30/o, Pb 30.5g/m <sup>3</sup>	13



**De**

**Longitud**

milímetros (mm)  
centímetros (cm)  
metros (m)  
kilómetros (km)  
pulgadas (in)  
pies (ft)  
millas

**Área**

centímetros cuadrados  
metros cuadrados (m<sup>2</sup>)  
hectáreas (ha)  
1000 m<sup>2</sup>  
kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>)  
pulgadas cuadradas (in<sup>2</sup>)  
pies cuadrados (ft<sup>2</sup>)  
acres  
acres  
millas cuadradas

**Volumen**

litros  
centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>)  
metros cúbicos (m<sup>3</sup>)  
pies cúbicos (ft<sup>3</sup>)  
pies cúbicos (ft<sup>3</sup>)

**Capacidad líquida**

litros (l)  
litros (l)  
litros (l)  
litros (l)  
cuartos (US)  
galones (US)  
cuartos (UK)  
galones (UK)<sup>1</sup>  
barriles  
barriles  
barriles

**Peso**

gramos (g)  
kilogramos (kg)  
toneladas métricas (1000  
gramos)  
libras (lb)  
ton (US)

<sup>1</sup> Conocidos también como ga



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSOS ABIERTOS

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

INTRODUCCION A LA PROBLEMATICA DE LAS  
MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL

DR. JORGE F. CERVANTES BORJA

AGOSTO DE 1991



# CONCEPTOS GENERALES SOBRE LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

JORGE F. CERVANTES BORJA

## I. INTRODUCCION

Aunque los problemas ambientales derivados de las actividades humanas tienen una relación histórica, la crisis ha llegado en la actualidad, no resulta sólo de la acumulación de las acciones sino también de las sinergias implicadas y multiplicadas por un factor de gran magnitud escalar que ha sido potenciado por la mayor complejidad de las acciones humanas, hasta el punto de romper en muchos casos los factores de control de la naturaleza en su conjunto.

A esta problemática han contribuido en forma conspicua las siguientes causas:

- La explosión demográfica
- El desarrollo y difusión de la tecnología industrial
- El avance de la medicina para mejorar la esperanza de vida
- Las facilidades de comunicación que han acelerado los fenómenos de migración y hábitos de las poblaciones.
- La dependencia de economías de mercado para la explotación de los recursos naturales.

El interés masivo por los temas ambientales surgió al final de los años sesenta, cuando se empezaron a percibir los problemas de deterioro del medio ambiente, que en un principio se centraron especialmente en los ocasionados por la contaminación. El concepto medio ambiente tuvo en esa época dos acepciones bastante claras, según que se aplicara en los países industrializados o en los países en vías de desarrollo. En los primeros la temática ambiental se concentraba casi exclusivamente en los aspectos de contaminación, en cuyo caso resultaba lógico considerar que los problemas ambientales tenían un carácter tecnológico.

En cambio, en los países en vías de desarrollo, el concepto de forma amplia involucraba de fondo un carácter socioeconómico y político trascendente sobre lo tecnológico, puesto que se consideraban problemas derivados del propio subdesarrollo, tales como los de sanidad, educación, marginación errores o falta de planeación en el manejo de recursos básicos, etc. Es por ello que en países como el

Sin embargo en la medida en que se fueron acomplejando los problemas como consecuencia de que se involucraron elementos de la naturaleza inmersos en una estructura ecológica dinámica y reactiva las manifestaciones fueron más allá de la simple determinación en la calidad de un recurso como el agua, para llegar al manejo de un sistema de interacciones que sobrepasaron los simples razonamientos de la determinación de "calidad", para enfocarse a los de la "Dinámica y funcionalidad".

Sin embargo el cambio no ha sido percibido aún por muchos de los que trabajan la MIA ni mucho menos entendido por otros que arriban por necesidad y siguen pensando que la MIA es compleja porque requiere reunir todo un conjunto de especialistas de diferentes disciplinas que totalicen las áreas de interés del ambiente y sean ellos los que opinen y den su veredicto sobre lo que impacta a los elementos que ellos manejan.

En este aspecto no hay mayor verdad que aquella que nos dice que el Todo no es la suma de las partes sino que es la interacción de ellas. Por lo anterior trabajar con equipos interdisciplinarios generalmente sólo ha conducido a tristes fracasos porque cada especialista se concibe como el más importante y no transige el peso real que su opinión tiene dentro del grupo.

Lo anterior establece la necesidad de contar con un especialista de la integración, cuya concepción metodológica de ver el "todo por la interacción de partes y no por la suma de ellas", le dará una gran autonomía para conciliar o dirigir los intereses de grupos de especialistas y en grado final, la posibilidad de erigirse en el coordinador de los mismos.

Lograr lo anterior requiere de una preparación realmente totalizadora, capaz de traspasar las barreras de la descripción e interpretación estática de la naturaleza y enfocarse en el sentido del análisis de las estructuras funcionales o sistémicas.

En este sentido la TEORIA GENERAL DE SISTEMAS, se ha venido imponiendo como una de las mejores herramientas con las que pude contar el análisis de problemas complejos como lo son las evaluaciones de la MIA.

De acuerdo con las características del fenómeno generador del impacto y la magnitud espacio-temporal involucrada se pueden presentar formas de análisis con técnicas diferentes como son la sobreposición cartográfica, las matrices de interacción de causa-efecto y las redes de eventos. De ellas las que nos parecen más efectivas por su fundamento de funcionalidad sistémica son las matrices de interacción de causa-efecto.

De este tipo son las más utilizadas para evaluaciones que involucran el análisis de sistemas de magnitudes complejas por el número de variables que involucran. El sistema utilizado por la SEDUE, recoge la base metodológica de la llamada MATRIZ DE LEOPOLD, (1971) que interacciona 100 causas de impacto en relación con 88 factores ambientales.

La eficiencia del método resulta en relación directa con la calidad y cantidad de la información que se requiere. Sin embargo como sabemos nuestro sistema de información geográfica no tiene ni la cantidad ni la calidad necesaria y por ello, se hace necesaria la readecuación de tal metodología con el fin de optimar la información con la que se cuenta en la actualidad a nivel nacional.

Cervantes y López, 1985, han utilizado con éxito un método similar denominado COEFICIENTE CERLOP, que se basó también en las relaciones de causa-efecto pero en lugar de dirigirse a las modificaciones de los elementos se puntualiza a las de las interacciones y los cambios de las funciones geocodinámicas..

# CONCEPTOS GENERALES SOBRE LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

JORGE F. CERVANTES BORJA

## I. INTRODUCCION

Aunque los problemas ambientales derivados de las actividades humanas tienen una relación histórica, la crisis ha llegado en la actualidad, no resulta sólo de la acumulación de las acciones sino también de las sinergias implicadas y multiplicadas por un factor de gran magnitud escalar que ha sido potenciado por la mayor complejidad de las acciones humanas, hasta el punto de romper en muchos casos los factores de control de la naturaleza en su conjunto.

A esta problemática han contribuido en forma conspicua las siguientes causas:

- La explosión demográfica
- El desarrollo y difusión de la tecnología industrial
- El avance de la medicina para mejorar la esperanza de vida
- Las facilidades de comunicación que han acelerado los fenómenos de migración y hábitos de las poblaciones.
- La dependencia de economías de mercado para la explotación de los recursos naturales.

El interés masivo por los temas ambientales surgió al final de los años sesenta, cuando se empezaron a percibir los problemas de deterioro del medio ambiente, que en un principio se centraron especialmente en los ocasionados por la contaminación. El concepto medio ambiente tuvo en esa época dos acepciones bastante claras, según que se aplicara en los países industrializados o en los países en vías de desarrollo. En los primeros la temática ambiental se concentraba casi exclusivamente en los aspectos de contaminación, en cuyo caso resultaba lógico considerar que los problemas ambientales tenían un carácter tecnológico.

En cambio, en los países en vías de desarrollo, el concepto de forma amplia involucra de fondo un carácter socioeconómico y político trascendente sobre lo tecnológico, puesto que se consideraban problemas derivados del propio subdesarrollo, tales como los de sanidad, educación, marginación errores o falta de planeación en el manejo de recursos básicos, etc. Es por ello que en países como el

nuestro el concepto de medio ambiente trasciende el sentido original y, pretende ya implicar también el de "calidad de vida", cuando se considera que la problemática deviene de procesos inequitativos e inadecuados del desarrollo como se da por efecto, de las grandes concentraciones urbanas y/o industriales, la contaminación y deshumanización con una creciente conflictividad social. Dispendio de energéticos y de recursos, etc.

Bajo la consideración anterior resulta claro que en nuestro país los estudios del impacto ambiental deberán hacerse considerando como componentes ambientales tanto al medio ambiente natural, como al medio ambiente social.

El medio ambiente natural está constituido por cuatro sistemas interrelacionados: la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera y la biosfera, de la cual forma parte el hombre como organismo y, el medio ambiente social que se constituye por la infraestructura material y cultural de las sociedades. El medio social define entonces la forma en que las sociedades humanas se han organizado y funcionan para satisfacer sus "necesidades básicas" de alimentación, salud, vivienda, vestido, educación, trabajo y recreación.

Las evaluaciones de impacto ambiental, son trabajos muy costosos que requieren de recursos humanos capacitados para efectuarlos. Así pues, se tiene que ser conciente de el manejo de las interrelaciones del hombre y su medio ambiente no es fácil ya que carecemos en lo fundamental de información adecuada para su estudio. Por lo tanto requerimos de una capacidad adecuada para identificar, captar e interpretar los datos existentes acerca de nuestro medio ambiente (por ejemplo, convertir los datos disponibles en información utilizable a la magnitud espacial y temporal del sitio en estudio), aspecto fundamental para lograr una acertada interpretación de la dinámica ambiental en la que se insertan las acciones del proyecto que se maneja.

De ahí que en este aspecto se llegue sólo a una aproximación cualitativa, descriptiva y parcializada generada más por intuición del posible deterioro ambiental que por un tratamiento verdaderamente científico del problema. Es necesario entonces avanzar más en la

preparación científica del personal que se dedique profesionalmente a estos problemas de manera que en el futuro mejore nuestro nivel de evaluación de las MIA.

## II. CARACTERISTICAS DE LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación del impacto ambiental es un estudio encaminado a identificar, interpretar y evaluar los efectos derivados de acciones de desarrollo sobre los medios natural y social, con el fin de prever sus consecuencias, mediante correcciones y formas de mitigación que garanticen la perpetuación de la calidad ambiental, ecológica, y de la salud y bienestar de la sociedad.

Los estudios de impacto ambiental, tal y como se vienen realizando en nuestro país, son complejos y poco precisos. Esto es así porque existen muy pocos profesionales preparados adecuadamente, para llevar a cabo este tipo de estudios. Esto determina problemas estructurales y metodológicos en la formulación y evaluación de los impactos ambientales, que hacen poco objetivos y utilitarios los estudios que se realizan. Esta es una deficiencia en la filosofía y objetivos del las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA), porque no hay que olvidar que se realizan para que sirvan de herramientas de control y/o validación en la esfera de la toma de decisiones. La evaluación por lo tanto, debe ofrecer al nivel ejecutivo, información clara y precisa, presentada de forma sencilla y con alternativas valoradas.

### a) TIPOS DE EVALUACION

Las MIA deben tener como objetivo fundamental la previsión, y pueden aplicarse parcialmente o a la totalidad del proyecto como:

- Distinto nivel de profundidad (estudios preliminares y estudios detallados)
- Distintas alternativas de un mismo proyecto o acción;
- Diferentes etapas del proyecto (en las fases de emplazamiento, construcción y operación).
- Evaluaciones *ex post de proyectos en operacion*

Del primer aspecto, el nivel de detalle queda por ley a consideración de la SEDUE, quien según la magnitud del proyecto decide si el proponente debe hacer un estudio preliminar o detallado.

El segundo aspecto se refiere a una evaluación parcializada a los aspectos de calidad física y/o química del ambiente, (por ejemplo, considerando sólo los vectores de contaminación al aire, al agua y al suelo), o sea el estudio de la incidencia de ciertas emisiones sobre la zona de influencia de tal emisión, que es lo que con mayor frecuencia se realiza. Sólo en raras ocasiones se contempla una evaluación más completa de la degradación potencial global de los vectores totales sobre el medio físico.

En el tercer caso, se cubre la totalidad del proyecto y el sistema debe contener el análisis de los medios físico, biológico y social, estableciendo como fundamento la condición de vulnerabilidad (resiliencia), o sea la capacidad de amortiguamiento que presenta el medio natural a los impactos.

Dentro de dicho marco se deberán formular el esquema de manejo del proyecto con soluciones parciales y globales concatenadas en un esquema de propuestas rectoras valoradas y optimadas con exactitud.

Por último las evaluaciones *ex post*, deben orientarse inicialmente a la evaluación integral del medio en su estado original, es decir antes de la entrada en operación del proyecto. Se busca con ello, una forma de estudio comparativo que permita el conocimiento de los efectos del mismo, a partir de lo cual se cuente con la posibilidad de generar un modelo predictivo que involucre la forma de operación del proyecto, con la forma de evolución del medio.

En este aspecto el fundamento del estudio se debe orientar básicamente a la formulación y evaluación de medidas correctivas y manejo basados en:

- Instrumentos de corrección y control
- Medidas de mitigación de corto y de largo plazo.
- Evaluación económica de costo-beneficio,
- Finalmente, podría hacerse una evaluación de la tecnología propuesta.

#### **b) LOS VECTORES DE IMPACTO**

Se pueden definir como vectores ambientales, con relación a un proyecto, los elementos del mismo que directa o indirectamente causan cambios a un estado o condición de los elementos o funciones del medio

ambiente, en cualquiera de las fases de emplazamiento, construcción y operación del proyecto.

En resumen pueden considerarse los siguientes:

Vectores de impacto al medio ambiente global:

Contaminación atmosférica ( Partículas sólidas, Gases, Vapores, Humos, Aerosoles, Sustancias malolientes, etc)

Alteración del microclima (Modificaciones a la temperatura, humedad, radiación, viento, etc.)

Contaminación de las aguas (Sólidos, hidrocarburos, metales pesados, materia orgánica, etc)

Alteraciones de la cantidad y flujo del agua ( captaciones, represamientos, modificaciones de cauces, etc.)

Alteración del medio Biológico ( Organismos patógenos ,Organismos eutrofizantes, especies invasoras, especies agresivas, etc)

Alteración del suelo (Erosión, sedimentación, Contaminación por residuos sólidos, líquidos o gaseosos, etc.)

Alteraciones por ruido ( Ruidos que provocan daños fisiológicos o psicológicos en los seres humanos y los animales).

Alteraciones al Ecosistema (Modificaciones a la estructura y funcionalidad de los ecosistemas, especialmente en su biocenosis).

Alteraciones al Paisaje o medio geográfico (Uso inadecuado del territorio y de los recursos naturales)

Aspectos socioculturales (Destrucción o alteración de la calidad de vida, afectaciones a la salud pública, crecimiento demográfico inadecuado, efectos especulativos de la tierra, sobrecarga de servicios, etc).

### **III. PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA REALIZACION DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL**

Los estudios para la evaluación de la MIA, deberán presentar una estructura metodológica basada en:

#### **a) DIAGNOSIS**

- Identificación de los factores de impacto bajo un esquema funcional de relaciones de causa-efecto.(Valoración de la magnitud)
- Interpretación y valoración de la importancia de los efectos por comparación con estandares cualitativos o cuantitativos generados



directamente en campo o deducidos por información de apoyo.

**b) PROGNOSIS**

- Generación de modelos de pronóstico a niveles cualitativos o cuantitativos, que aclaren la tendencia del impacto generado directa o indirectamente..
- Modelos de prevención, corrección y mitigación de los efectos ambientales.

**c) SINTESIS**

- Generación de alternativas que garanticen la viabilidad del proyecto.

**d) INDICADORES PARA LA MIA.**

Los indicadores de impacto ambiental son los parámetros que proporcionan la medida de la magnitud del impacto tanto cualitativa como cuantitativamente. (por ejemplo, los valores del ruido, los de la DBO, etc. pueden indicarse numéricamente. Otros, como la erodabilidad del suelo, la degradación de una función ecológica, sólo se pueden estimar cualitativamente como "alta ", "Moderada", etc.

La selección y uso de indicadores de impacto es un punto fundamental de la evaluación de la MIA.

Los indicadores más sencillos de utilizar y más concretos son las normas o estándares de calidad del aire, el agua y el suelo, especialmente cuando están aprobados por una legislación. Ni duda cabe que la elaboración de la MIA, para una instalación industrial se simplifica mucho si existen normas para la emisión de distintos contaminantes (aire, agua, residuos sólidos, ruido).

Una vez que se han establecido los indicadores de impacto, sus escalas o unidades de medida, deben calcularse sus valores para cada alternativa de solución. El aspecto más importante y -quizá el más difícil de todo el sistema de evaluación- es la ponderación o peso de importancia que se asigna a cada indicador de impacto.

En dicho problema la correcta interpretación de los indicadores en sus efectos globales constituye un reto que sólo la experiencia puede mejorar. No obstante el uso de criterios de "Funcionalidad y operatividad", que se manejan dentro de la corriente de "sistemas", e)

## CONCEPTOS METODOLOGICOS PARA EL ANALISIS DE LA MIA.

El tratamiento analítico que se usa en la MIA, varía en función de la importancia positiva y/o negativa, con la que el proyecto afecte directa o indirectamente el medio físico- geográfico. En este aspecto el tamaño del proyecto no constituye en sí mismo un indicador de su importancia en el impacto ambiental ya que por ejemplo una gran industria de componentes electrónicos puede ser menos impactante que una pequeña industria farmacéutica.

Otros ejemplos son una pequeña industria de curtidos de pieles, o una pequeña explotación ganadera, que pueden causar gran incidencia posterior para otros usos inmediatos del agua.

Por lo tanto, las formas para evaluar el impacto ambiental son muy diferentes en cada caso. Y por ello se recomienda una evaluación preliminar del proyecto, con el fin de que se pueda tener una idea clara de la importancia del mismo, de manera que a partir de ello se establezca un diseño analítico adecuado.

Como en conjunto, se trata de analizar un sistema complejo constituido, de una parte, por los sistemas ecológicos naturales y, de otra, por las acciones tecnológicas del hombre. Se deberá hacer uso primero de modelos explicativos que den una idea real, del comportamiento del sistema.

El modelo no es otra cosa que una representación física o matemática o en el mejor de los casos, físico-matemática-, que reproduce las características y condiciones del sistema real de modo que, analizando esta información por sus interacciones de función - operación, podamos aprehender y comprender sus formas de operación.

Los modelos pueden ser dinámicos o estáticos, según que se introduzcan en ellos las variables tiempo y espacio.

La primera fase de la construcción de un modelo es su acotación en sentido de identificar los factores que lo rigen y los elementos que forman su estructura en el espacio y en el tiempo.

En esta fase la formulación del modelo opera bajo sucesivas aproximaciones, de manera que su solución final puede requerir de un tiempo que varía en función de la cantidad y calidad de la información de que se dispone y de la capacidad y experiencia del analista.

En terminos generales las siguientes recomendaciones se pueden tomar en cuenta para plantear la formulación del modelo metodológico de evaluación.

Proyectos o acciones con impacto de menor importancia.

En este caso es conveniente considerar los siguientes aspectos:

-Definir claramente la naturaleza del proyecto estableciendo cuantos elementos del ambiente ( agua, suelo, vegetación, atmósfera ), son afectados directamente.

Así mismo cuantas de la funciones naturales (Climática, Hidrodinámica, Geodinámica y Ecodinámica ), resultan alteradas. Un criterio válido para establecer la importancia es, que si el proyecto afecta sólo elementos su importancia es menor. No lo es en cambio cuando se afectan las funciones, puesto que siendo estas las rectoras de la estructura su modificación resultará en cambios de la estructura operativa y por tanto en efectos irreversibles.

Naturalmente que en estos aspectos existe una gradación de valores de importancia que sólo la experiencia del analista puede resolver adecuadamente.

- Definir las condiciones y características del sitio, y del entorno inmediato y mediato que resultarán afectados por el proyecto. En este aspecto el enfoque se tendrá orientar a la identificación global de la capacidad de amortiguamiento (resiliencia) de las estructuras medio ambientales.

-Evaluación de las técnicas y elementos de control de la contaminación incluidos en el proyecto. Esta evaluación definirá si dichas propuestas son las adecuadas en las etapas del emplazamiento, construcción y operación del proyecto.

-Evaluación de costo-beneficio, considerando la justificación social y económica, en la propuesta de alternativas para corregir y manejar adecuadamente los efectos negativos sobre el ambiente. Por ejemplo, un caso con n es el de proyectos con un impacto conocido y controlable como la industria cementera. En tal caso bastará comprobar si se han previsto medidas de control adecuadas y si está garantizado su funcionamiento continuo. Como este sector es muy conocido y hay tecnología eficaz para el control, la evaluación puede reducirse a

verificar las medidas correctoras, asegurarse de que no se van a sobrepasar unos límites tolerables, y a imponer en el procedimiento administrativo la permanencia de los controles de protección ambiental.

#### Proyectos de mayor importancia.

Una vez definida la importancia a partir de de las consideraciones expresadas en el nivel anterior en proyectos de alto impacto, el proceso de evaluación debe incluir lo siguiente:

- Descripción del proyecto en sus aspectos físicos, identificando, interpretando y evaluando la magnitud de los efectos sobre los elementos y funciones medio ambientales (positivos y negativos).
- Formulación y evaluación de la eficiencia y viabilidad de las acciones de control y mitigación de los impactos, en todas las etapas del proyecto, así como en sus formas operativas en el tiempo, previendo medidas correctivas de mediano y largo plazo.
- Estudio detallado de los factores sociales, económicos y políticos, que influyen o resultan afectados por el proyecto en todas sus etapas.
- Metodología precisa y clara de la identificación de los indicadores de impacto, así como los procedimientos y criterios utilizados para determinar sus escalas de magnitud y pesos relativos,
- Plan general de manejo de las alternativas de control y mitigación con recomendaciones para su seguimiento hasta la etapa de ejecución del proyecto.

La documentación final se contendrá en un resumen que deberá ser claro y suficiente para que permita una toma de decisiones eficiente. Por separado se presentará en una memoria técnica, el contenido global del estudio con todos los detalles de la investigación realizada.

#### f) LOS METODOS

Los métodos de identificación más utilizados son:

- listas de chequeo, que son listas de que definen factores versus efectos ambientales para deducir indicadores de impacto.
- las matrices causa-efecto, que relacionan acciones vs consecuencias ambientales
- diagramas de flujo, que establecen relaciones dirigidas de causa- efecto.

### Métodos de predicción:

Estos se manejan como modelos matemáticos, físico-matemáticos o físicos, válidados con pruebas experimentales de campo y laboratorio. Los pronósticos se basan en modelos conceptuales de la operatividad y funciones naturales, por lo que resultan adecuados para los impactos geobiofísicos. Naturalmente que son métodos costosos y a menudo poco eficientes sino se cuenta con la información adecuada que requieren.

Por ejemplo, puede determinarse la dispersión de contaminantes que se emiten por un foco (una chimenea) en la atmósfera y la incidencia que tales emisiones van a tener en la calidad del aire (concentración de contaminantes) a nivel del suelo, en los distintos puntos, en un entorno del foco, pudiéndose establecer tanto la distribución de contaminantes como su frecuencia.

Para la interpretación de los resultados cabe utilizar los propios métodos de evaluación o modelos de síntesis y, sobre esa base, puede calcularse la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los impactos.

Un ejemplo la Matriz de Leopold.

La llamada matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental. Realmente, es un sistema de información más que de evaluación es decir, es un método de identificación y se preparó para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos, como elemento de guía de los informes y las evaluaciones de impacto ambiental.

Este método es especialmente útil como evaluación preliminar de aquellos proyectos que tienen un gran impacto ambiental.

La base del sistema es una matriz en que las entradas según columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según renglones definen las características del medio que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes. Como el número de acciones que figuran en la matriz son 100 y 88 el de efectos ambientales, resultarán 8.800 interacciones, si bien de ellas resultan muy pocas las realmente importantes y dignas de consideración especial.

De la misma forma que no se aplicarán a cada proyecto todas las acciones listadas, también puede ocurrir que, en determinados proyectos, las interacciones resultantes no estén listadas como base única para una identificación de efectos, con lo que pueden olvidarse algunos efectos peculiares del proyecto en cuestión. Normalmente, el número de interacciones que se manejan rara vez sobrepasan de las 4000.

Un primer paso para la utilización de la matriz de Leopold, consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se consideran primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, y para cada acción, se consideran todos los elementos ambientales (renglones) que pueden quedar afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor) considerados. Una vez hecho esto para todas las acciones, tendremos marcadas las cuadrículas que representan interacciones (o efectos) a tener en cuenta.

Al hacer esta identificación, debe tenerse presente que, en esta matriz, los efectos no son exclusivos o finales, y por ello hay que identificar efectos de primer grado de cada acción específica para no considerar un efecto dos o más veces. (Esta es otra limitación de la matriz de Leopold).

Una vez que se han marcado todas las cuadrículas que representan impactos posibles, se procede a una evaluación individual de los más importantes.

Cada cuadrícula admite dos valores:

- magnitud, según un número de 1 a 10, en el que el 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado, y 1 a la mínima;
- importancia (ponderación), que da el peso relativo que el elemento ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones.

Los valores de magnitud van precedidos con un signo + o con un signo -, según se trate de efectos positivos o negativos sobre el medio ambiente.

Una vez llenas las cuadrículas, el próximo paso consiste en evaluar o interpretar los números en ellas colocados. Para simplificar el trabajo, es aconsejable operar con una matriz reducida en la que también se disponen en columnas las acciones y en fila los elementos ambientales entre los cuales existe una interacción. Se llega a disponer así de una matriz más accesible para la evaluación, que puede tener hasta 100 ó 150 cuadrículas, dimensión mínima si se compara con las 8.800 de la matriz original.

La matriz reducida final nos presenta una serie de valores que indican el grado de impacto que una acción puede tener sobre un elemento del medio. A pesar de hacer una ponderación o definición de la importancia de dicho factor, los valores de las distintas cuadrículas de una misma matriz no son comparables ni, por supuesto, pueden sumarse o acumularse. Sin embargo, si admiten comparación las cuadrículas correspondientes de las matrices preparadas para alternativas de un mismo proyecto.

La evaluación de los parámetros magnitud e importancia ha de hacerse, en lo posible, sobre la base de datos, cuyo sistema de procesamiento o interpretación para llegar a definir los valores magnitud, importancia, debe ir acompañando a la matriz, con lo cual ésta se convierte en un mero resumen del texto o estudio de impacto ambiental adjunto.

La matriz de Leopold tiene aspectos positivos entre los que cabe destacar que son pocos los medios necesarios para aplicarla y su utilidad en la identificación de efectos, pues contempla en forma bastante completa los factores físicos, biológicos y socioeconómicos involucrados. No obstante, esta consideración exhaustiva va acompañada de diversos defectos:

-Un mismo impacto puede contabilizarse dos veces, ya que no establece el principio de exclusión, y no realiza la lista de factores según efectos finales; no es selectivo, en cuanto que no establece un sistema para centrar la atención en los aspectos más críticos o de mayor impacto ambiental, y, además, no distingue entre efectos a corto y largo plazo, aunque podrían prepararse matrices distintas según dos escalas de tiempo;

-No es sistemático y deja la evaluación de los parámetros a la estimación y el buen criterio del analista por lo que es muy baja su calidad en los otros objetivos (además del de identificación) que debe cumplir un estudio de impacto ambiental: la predicción y la interpretación. Por estas razones, dificulta la revisión del organismo asesor y, en consecuencia, la decisión final.

Así pues, el método de Leopold debe utilizarse más bien como simple herramienta de evaluación preliminar.





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSOS ABIERTOS

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

FACTORES FISICO

M. EN I. ERNESTO MURGUIA VACA

PALACIO DE MINERIA

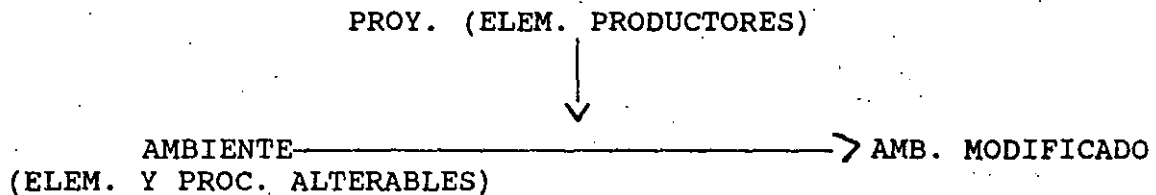
AGOSTO 1991

ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL A LOS DIVERSOS  
COMPONENTES DEL MEDIO

JAIME J. SAAVEDRA SOLA

El análisis del impacto ambiental a los diversos componentes del medio en las evaluaciones de impacto ambiental, bien sea que éstas se lleven a cabo para la localización óptima, prefijada o elegida de un proyecto, deben de partir del conocimiento y análisis detallado del mismo y del ambiente en donde se pretenda llevar a cabo, tomando en cuenta la característica descriptiva (inventario) y sistémica de este último (ver fig. 1)

Del análisis del proyecto surge la identificación de las actividades-acciones, que potencialmente pueden producir un impacto al ambiente. Es conveniente que se haga énfasis en los requerimientos y transformación de la materia-energía en los procesos y la capacidad de producción. En el análisis del medio se deben identificar los elementos y procesos que potencialmente sean alterables, enfocando principalmente la atención en aquellas variables ambientales que tengan una fuerte relación con el tipo de proyecto a evaluar.



Como elementos para la caracterización de un proyecto se pueden considerar los siguientes aspectos:

- Objetivos del proyecto
- Importancia del proyecto: regional, nacional o internacional
- Estudio técnico: localización, materias primas, tecnología, productos intermedios y finales, residuos, mano de obra, proyectos asociados, fases del proyecto, tiempos-costos de ejecución y alternativas.

Entre los factores básicos que señalan el nivel de detalle en una E.I.A. para un proyecto, se pueden citar los siguientes: cantidad y calidad de los impactos al ambiente, amplitud y calidad de la zona de influencia y utilización de los recursos ambientales.

A partir del conocimiento descriptivo y sistémico del medio y de las características del proyecto, se procede (siendo una etapa crítica en la E.I.A.) a la identificación de los elementos del medio potencialmente impactados (en la tabla 12 se pueden observar algunas actividades productivas y sus impactos potenciales).

La identificación de los impactos potenciales se puede llevar a cabo de manera previa o posterior a la caracterización del estadio cero (basal). Si se efectúa antes de podrá reducir el número de factores o elementos del inventario, restringiéndose a aquellos que potencialmente (por el tipo de proyecto) sean más susceptibles de sufrir impactos; en el caso de que se lleve a cabo después de la caracterización del estadio cero, el análisis de los impactos potenciales puede ser de carácter más sistémico.

A los impactos ambientales se les pueden asignar diversas categorías-tipologías como son: (Canter. L. 1977)

#### CATEGORIAS DE IMPACTOS AMBIENTALES (CANTER, L. 1977)\*

1. Beneficiosos o adversos
2. Reversibles o irreversibles
3. Reparables o irreparables
4. Corto, mediano o largo plazo
5. Temporales o continuos
6. Fase de preparación del sitio, construcción y/u operación
7. Local, regional, nacional o global
8. Extraordinario-riesgo
9. Directos o indirectos
10. Sumatorios o sinérgicos

Las técnicas para la identificación de los impactos, se basan generalmente en el uso de matrices de interacción y listas de chequeo, las cuales se integran con la información de fuentes, tales como:

- Textos generales que tengan que ver con proyectos/  
ambientes similares

\* modificado

quizá esto sea originado por lo complejo que resulta su estudio tal como lo expresa el ecólogo Ramon Margalef<sup>3</sup> al definir la ecología como una ciencia que combina materiales de distintas disciplinas con puntos de vista propios. Esta complejidad lo corrobora la primera ley de la ecología, según Barry Commoner<sup>(a)</sup>, que dice:

"Todo está relacionado con todo lo demás"

El ecólogo Bowen<sup>2</sup> opina igual, al expresar que:

"Un diagrama que muestre el movimiento de un solo elemento químico a través de un ecosistema puede ser pavorosamente complejo. En el ecosistema del hombre que incluye instituciones y artefactos que tropiezan con el medio y lo alteran, la interrelación es inimaginablemente compleja".

La raíz oikos (casa) ha dado origen a vocablos derivados tales como ecosistema y ecosfera. Con ecosistema se desea expresar a la comunidad de organismos que se mantiene a sí misma, sean plantas o animales, considerada junto con su medio orgánico. Con ecosfera se trata de combinar los conceptos de ecosistema y biosfera<sup>4</sup>. Se hace notar que el vocablo ecosistema es una palabra compuesta y significa lo mismo que sistema ecológico.

Respecto al concepto de ecosistema, el naturalista Roger Dajoz<sup>5</sup> dice que:

"El ecosistema es la unidad básica de la ecología, puesto que incluye a la vez los seres vivos y el medio en que viven, con todas las interacciones entre ellos".

## 2.2 Principales sistemas ecológicos.

Los principales sistemas son:

Terrestre  
Marino  
Estuarino  
Acuidulce o de aguas dulces

Esta subdivisión es la comúnmente aceptada por la mayoría de los ecólogos, aunque las partes de cada uno son tantas y específicas, que bien pudieran considerarse como verdaderos ecosistemas.

(a) Barry Commoner. Biólogo citado en (2)

La subdivisión del ecosistema terrestre se debe en sentido estricto a los biomas. El bioma es la mayor unidad de comunidad terrestre que resulta conveniente identificar; por ejemplo:

Tundra  
Bosque  
Pradera  
Chaparral  
Desierto  
Sabana  
Montaña

con sus respectivas subdivisiones tales como:

Bosque boreal de coníferas  
Bosque templado de coníferas  
Bosque caducifolio templado  
Bosque caducifolio tropical

Entre éstos existen interrelaciones que obedecen principalmente a factores climatológicos. Las áreas de una determinada comunidad que constituyen al fin un bioma, no tienen una frontera definida; sin embargo, es difícil que se extienda más allá de sus condiciones ambientales, dejando de finida así una zona de influencia. A este fenómeno se le denomina *dispersión* y cabe aclarar que en la mayoría de los casos en que se detecta la expansión de una especie en medios diferentes al normal, se deben en general a perturbaciones originadas por el hombre. Este fenómeno puede ser observado con bastante claridad en fotografías aéreas o imágenes de satélite, sobre todo cuando se emplea la banda o frecuencia adecuada al objetivo del estudio.

El medio y la superficie que ocupa un ecosistema es el *biotopo* que está íntimamente ligado a la *biocenosis* o sea el conjunto de seres que lo habitan. La interacción la explica Dajoz<sup>5</sup> quien indica:

"La mayor parte de los ecosistemas se han formado a lo largo de un proceso de evolución y son consecuencia de largos procesos de adaptación entre las especies y su medio".

Además agrega algo que contrarresta el aspecto negativo que siempre se liga con la sobrepoblación y que es:

"Los ecosistemas están dotados de autorregulación y son capaces de resistir, al menos hasta ciertos límites, las modificaciones del medio y las variaciones bruscas de la densidad de las poblaciones".

Fracción del texto  
INGENIERIA ECOLOGICA  
Ernesto Murguía Vaca 1985.

Para el desarrollo del tema

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

## 2. ECOLOGIA Y ECOSISTEMA

### 2.1 Ecología

Ecología es definida como la parte de la Biología que estudia las relaciones entre los organismos y el medio en que viven. Esta definición es la que se sobreentiende actualmente, desde que fue empleada hace más de un siglo (1866) por el naturalista y biólogo alemán Ernest Haeckel<sup>1</sup>; antes de él se tomaba la acepción originada por las raíces de la palabra y que etimológicamente significa la casa o habitación de los animales y las plantas.

Aunque el nombre de esta ciencia es relativamente nuevo, los fenómenos que estudia son los mismos que los antiguos biólogos, naturalistas y hasta observadores comunes ya manejaban para explicar sus investigaciones, basar sus hipótesis u obtener un práctico provecho.

Ya como ciencia, no hace mucho (1962), Marston Bates(a) escribió:

*"La ecología bien puede ser la más importante de las ciencias en relación con la subsistencia humana a largo plazo, pero se encuentra entre las menos comprendidas por el público en general".*

---

(a) Marston Bates. Naturalista citado en (2).

3 Principales elementos de afectación.

Para evaluar los efectos ambientales de un proyecto, deben conocerse lo mejor posible los elementos que probablemente se afecten, para llegar a definir las alternativas de la acción que provoquen los menores daños y se incrementen los beneficios.

La lista de elementos que pueden ser afectados es siempre incompleta por más larga que sea; sin embargo, algunos autores consideran los más importantes a los siguientes:

RESPECTO AL AIRE

- 1. Factor de difusión.
- 2. Partículas en suspensión.
- 3. Oxidos de azufre.
- 4. Hidrocarburos.
- 5. Oxido de nitrógeno.
- 6. Monóxido de carbono.
- 7. Oxidantes fotoquímicos.
- 8. Tóxicos peligrosos.
- 9. Olores.

RESPECTO AL AGUA

- 10. Seguridad de producción en acuíferos.
- 11. Variaciones de flujo.
- 12. Aceites.
- 13. Radiactividad.
- 14. Sólidos suspendidos.
- 15. Contaminación térmica.
- 16. Ácidos y álcalis.
- 17. Demanda bioquímica de oxígeno.
- 18. Oxígeno disuelto.
- 19. Sólidos disueltos.
- 20. Nutrientes.
- 21. Compuestos tóxicos.
- 22. Biología del acuífero.
- 23. Coliformes fecales.

RESPECTO A LA TIERRA

- 24. Estabilidad de suelos.
- 25. Peligros naturales.
- 26. Normas de uso de la tierra.

ECOLOGIA

- 27. Animales mayores (salvajes y domésticos).
- 28. Aves depredadoras.
- 29. Caza menor.
- 30. Peces, moluscos y aves acuáticas.
- 31. Campo de cultivo.
- 32. Especies peligrosas.
- 33. Vegetación terrestre natural.
- 34. Plantas acuáticas.

SONIDO

- 35. Efectos fisiológicos.
- 36. Efectos psicológicos.
- 37. Perturbaciones en la comunicación.
- 38. Perturbaciones en la actividad.
- 39. Efectos en la conducta social.

ASPECTOS HUMANOS

- 40. Estilos de vida.
- 41. Necesidades psicológicas.
- 42. Rasgos fisiológicos.
- 43. Necesidades comunitarias.

ECONOMIA

- 44. Estabilidad económica regional.
- 45. Acción del sector público.
- 46. Consumos per cápita.

RECURSOS

- 47. Recursos energéticos.
- 48. Recursos incombustibles.
- 49. Estéticos.

En cuanto al informe final de manifestación o sea el que se apoya en estudios más profundos y detallados, existen tres niveles de desarrollo, que corresponden al grado de descripción y estudio que se requiera, de acuerdo a la importancia de la acción.

M.I. Ernesto Murguía Vaca.

Para efectuar una correcta evaluación del impacto ambiental de una acción cualquiera, debe conocerse ampliamente, tanto el medio que se vería afectado, como la acción que se piensa aplicar. Ya en otros capítulos se habrá expuesto lo complicado que resulta combinar estos dos requisitos, requiriéndose en la mayoría de los casos, de grupos de expertos que en conjunto logren la relación acción-efecto.

Mientras mejor se conozca el tema de la acción y más investigaciones científicas se hagan sobre el medio, mejores resultados se obtendrán en los estudios evaluatorios del impacto ambiental.

Lo amplio del tema ha dado origen a una extensa bibliografía de textos y manuales que consignan metodologías y guías para llevar un cierto orden de desarrollo. Al respecto, estas notas son una colaboración para relacionar los efectos de una acción sobre los principales elementos ambientales.

Constan de parte de dos obras que tratan sobre el tema; la primera consigna una lista de los elementos más significativos del ámbito ambiental, para continuar con aspectos ecológicos; la segunda detalla lo referente al agua y su calidad. De esta manera se pretende que se conozca la causa de una investigación exhaustiva sobre un aspecto y no apoyarse en datos o estudios someros que lleven a una solución errónea.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**CURSOS ABIERTOS**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL A LOS  
DIVERSOS COMPONENTES DEL MEDIO**

**BIOL. JAIME J. SAAVEDRA SOLA**

**AGOSTO - 1992**



METODOLOGIAS DE IDENTIFICACION Y EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL  
JAIME JOSE SAAVEDRA SOLA.

LAS METODOLOGIAS DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL SON HERRAMIENTAS QUE AYUDAN A LA IDENTIFICACION, MEDIDA, INTERPRETACION Y/O COMUNICACION DE LOS DIFERENTES IMPACTOS AMBIENTALES QUE SE ASOCIAN A UN PROYECTO O ACTIVIDAD QUE SE VAYA A REALIZAR EN UN CIERTO ESPACIO-TIEMPO. SU IMPLEMENTACION TIENE COMO FINALIDAD PRINCIPAL LA PREVISION DE LAS POSIBLES AFECTACIONES NEGATIVAS QUE PUEDAN SURGIR EN LAS DISTINTAS FASES DE UN PROYECTO Y LA EVALUACION DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DEL MISMO.

ENTRE LAS METODOLOGIAS QUE MAS COMUNMENTE SE UTILIZAN EN ESTA FASE DEL PROCESO DE E.I.A., SE PUEDEN SEÑALAR LAS LISTAS DE CHEQUEO, MATRICES Y REDES; ESTAS METODOLOGIAS DEBEN DE CONSIDERAR CUATRO ASPECTOS BASICOS:

- QUE SE INCLUYAN TODOS LOS FACTORES "CLAVE" DEL AMBIENTE Y DEL PROYECTO O ACTIVIDAD EN CUESTION.
- QUE SIRVAN COMO GUIAS PARA LA BUSQUEDA-GENERACION DE INFORMACION BASICA DEL AMBIENTE Y DEL PROYECTO.
- QUE PUEDAN SERVIR PARA LA EVALUACION DE ALTERNATIVAS SOBRE UNA BASE COMUN.
- QUE SE PUEDAN UTILIZAR EN LA EVALUACION DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION EN TERMINOS DE COSTO-EFECTIVIDAD , DE LOS DIVERSOS IMPACTOS NEGATIVOS DETECTADOS.

LISTAS DE CHEQUEO.- SE PUEDEN UTILIZAR LISTADOS DE LOS FACTORES

2  
AMBIENTALES LOCALES QUE PUEDAN SER AFECTADOS POR EL PROYECTO, LOS CUALES POR MEDIO DE UN SIGNO CONVENCIONAL SE PUEDEN RESALTAR. OTRO TIPO DE LISTA PUEDE INCLUIR UN CUESTIONARIO EL CUAL SE LLENA CON LAS RESPUESTAS DE LA POBLACION ADYACENTE, Y UNA VARIANTE MAS DE LISTA PUEDE SER DE TIPO DESCRIPTIVO, INCLUYENDO LISTADOS DE FACTORES AMBIENTALES CON INFORMACION RELATIVA A LA EVALUACION, MEDIDA Y PREDICCION DE LOS IMPACTOS.

MATRICES DE INTERACCION.- ESTE TIPO DE MATRICES MUESTRA GENERALMENTE EN UN EJE HORIZONTAL, LAS ACTIVIDADES-ACCIONES DEL PROYECTO Y EN UN EJE VERTICAL LOS FACTORES AMBIENTALES IMPLICADOS EN LA EVALUACION. LA MATRIZ SE UTILIZA PARA IDENTIFICAR IMPACTOS AL OBSERVARSE DE MANERA SISTEMATICA, LAS INTERACCIONES ENTRE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO - ELEMENTOS DEL MEDIO; SI SE INFIERE QUE ALGUNA ACTIVIDAD EN PARTICULAR VA A AFECTAR A ALGUN(OS) COMPONENTE(S) DEL AMBIENTE ENLISTADO, SE COLOCA UNA MARCA EN EL RESPECTIVO CUADRO DE INTERSECCION CON LA CUAL SE VA A IDENTIFICAR AL IMPACTO.

DESPUES DE LA IDENTIFICACION DEL IMPACTO (SE PUEDE USAR UNA LINEA DIAGONAL EN EL CUADRO CORRESPONDIENTE), SE PUEDE DESCRIBIR LA INTERACCION EN TERMINOS DE MAGNITUD E IMPORTANCIA, ENTENDIENDOSE LA PRIMERA EN UN SENTIDO DE EXTENCION O ESCALA Y LA SEGUNDA EN TERMINOS DEL EFECTO (ECOLOGICO) EN LOS ELEMENTOS DEL MEDIO.

ESTE TIPO DE MATRICES PUEDE AYUDAR EN LA IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS EN LAS DIVERSAS FASES DEL PROYECTO (PREPARACION DEL SITIO, CONSTRUCCION, OPERACION, ETC.). LA MATRIZ PRODUCIDA FINALMENTE PUEDE

CONTENER A MANERA DE RESUMEN A LOS DIFERENTES IMPACTOS IDENTIFICADOS, Y A ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS-CATEGORIAS NOMINALES TALES COMO IMPACTOS : BENEFICOS O ADVERSOS; REVERSIBLES O IRREVERSIBLES; REPARABLES O IRREPARABLES; DE CORTO, MEDIANO O LARGO PLAZO; TEMPORALES O CONTINUOS; LOCALES, REGIONALES O GLOBALES; DIRECTOS O INDIRECTOS; SUMATORIOS, SINERGISTICOS O ANTAGONICOS, ETC.. ESTOS JUICIOS DE VALOR O CARACTERISTICAS SE DEBEN ESTABLECER CON EL TRABAJO DE UN EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO EN INTERDISCIPLINA.

REDES.- SE CONSIDERAN COMO VARIANTES DE LAS MATRICES DE INTERACCION ANTERIORMENTE SEÑALADAS, MEDIANTE ESTAS SE INTENTA INTEGRAR LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS IMPACTOS, AL IDENTIFICAR Y MANEJAR INTERRELACIONES ENTRE ACCIONES CAUSALES Y FACTORES DEL AMBIENTE ALTERADOS.

LOS ANALISIS POR MEDIO DE REDES EN LAS E.I.A., SON PARTICULARMENTE UTILES PARA IDENTIFICAR IMPACTOS SECUNDARIOS, TERCARIOS Y DE ORDEN SUPERIOR QUE PUEDEN SURGIR A PARTIR DE UN IMPACTO INICIAL.

PARA INTENTAR HACER UNA EVALUACION LO MAS OBJETIVA POSIBLE ES NECESARIO CONSIDERAR :

- 1.- EL ESTUDIO DETALLADO DE LAS CARACTERISTICAS DEL MEDIO Y SU EQUILIBRIO DINAMICO ANTES DE LA PRESION EJERCIDA POR EL PROYECTO (ESTADIO CERO).
- 2.- EL ESTUDIO DE LA EVOLUCION DE LAS CARACTERISTICAS AMBIENTALES CON LA SUPUESTA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO .

3.- EL ESTUDIO DEL "EVENTUAL" EQUILIBRIO TRAS LA OPERACION DEL PROYECTO.

**TABLA 12**  
**ALGUNAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y SUS**  
**IMPACTOS POTENCIALES**

Rama económica	Daños al ambiente y a la salud
Agricultura	Contaminación del agua y del aire por uso de plaguicidas y arrastre de fertilizantes, problemas en el manejo de los desechos de cosechas, accidentes de trabajo por el manejo de maquinaria agrícola, contaminación de alimentos con riego de aguas negras y rociado con plaguicidas.
Industria	Contaminación de agua, aire y suelo por los desechos líquidos, gaseosos y sólidos originados en el proceso industrial. Problemas de salud y accidentes del trabajador.
Minas y petróleo	Contaminación de agua, aire y suelo durante las etapas de explotación, transporte y refinación. Problemas de salud y accidentes del trabajador.
Embalses de agua	Alteraciones en el flujo de agua y en su calidad. Inundación de áreas cultivadas. Desplazamiento de poblaciones. Desarrollo de algunos vectores de enfermedad.
Silvicultura	Problema de erosión de suelos y la alteración de la calidad y flujo de las corrientes de aguas. Alteración en el clima.
Transporte	Contaminación del aire, producción de ruido, accidentes de tránsito.
Urbanización	Producción de residuos líquidos y sólidos, contaminando el agua, el aire y el suelo. Demanda de servicios que pueden aumentar otros problemas ambientales (accidentes, ruido, estética, etc.). Alteraciones en el microclima.
Termoeléctrica	Contaminación de agua, aire y suelo por el uso de combustibles.
Carreteras	Erosión de suelos, alteraciones en el flujo de corrientes de agua y aspectos estéticos.

MANUAL BASICO DE E. I. A. S. ECO (OPS)  
76. Ing. H. WEITZENFELD E.J. (1990). 198 p.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ahmad, J.Y. y Sammy, K.G. (1985). Guidelines for environmental impact assessment in developing countries. UNEP-ONU, 52 p.
2. Battelle Columbus laboratories. (1972). Environmental evaluation system for water resources planning. USA.
3. Canter, L. (1977). Environmental Impact Assessment. McGraw-Hill, N.Y. 331 p.
4. Esteban, B.T. (1980). Las evaluaciones de impacto ambiental, (CIFCA) Madrid, España. 100 p.
5. Rau, J.G. y Wooten, \*D.C. (1986) Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw Hill.

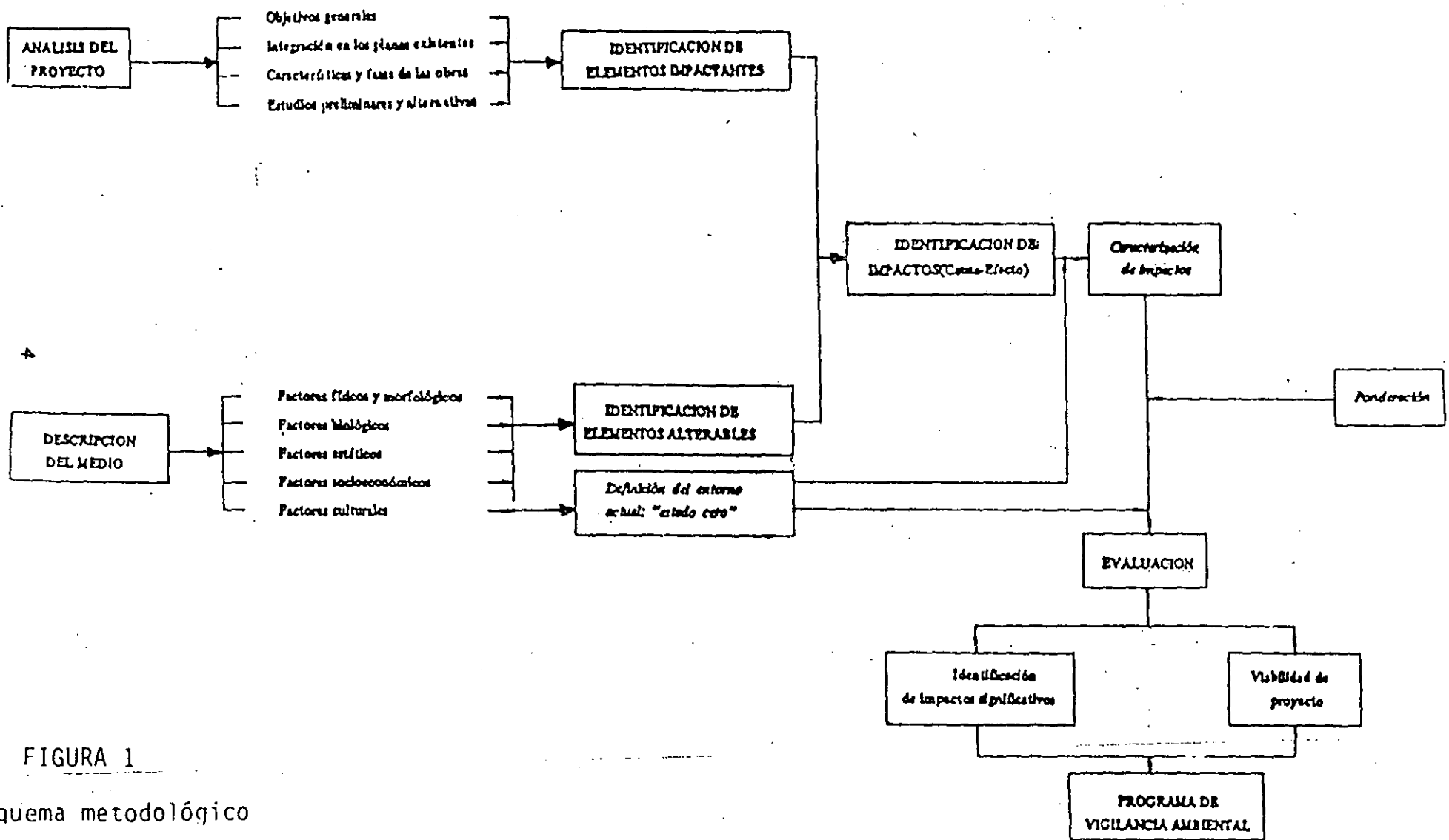


FIGURA 1

Esquema metodológico

- Estudios de caso de E.I.A.
- Comentarios con expertos
- Pláticas con la(s) población(es) del area de influencia

La inclusión de un determinado impacto en esta etapa de identificación respondera al análisis interdisciplinario de la información recopilada, en donde tendran que estimarse ciertos criterios de importancia como son: probabilidad de acontecimiento, población afectada, duración, matgñitud, reversibilidad, reparabilidad, ~~costo~~, costo económico, etc.



Table 31: An example checklist <sup>5</sup>  
 2 (From: US Department of Housing and Urban Development, 1975)

**PHYSICAL****1. Geology**

- 1.1 Unique Features
- 1.2 Mineral Resources
- 1.3 Slope Stability/Rockfall
- 1.4 Depth to Impermeable Layers
- 1.5 Subsidence
- 1.6 Consolidation
- 1.7 Weathering/Chemical Release
- 1.8 Tectonic Activity/Vulcanism

**2. Soils**

- 2.1 Slope Stability
- 2.2 Foundation Support
- 2.3 Shrink-Swell
- 2.4 Frost Susceptibility
- 2.5 Liquefaction
- 2.6 Erodibility
- 2.7 Permeability

**3. Special Land Features**

- 3.1 Sanitary Landfill
- 3.2 Wetlands
- 3.3 Coastal Zones/Shorelines
- 3.4 Mine Dumps/Spoil Areas
- 3.5 Prime Agricultural Land

**4. Water**

- 4.1 Hydrologic Balance
- 4.2 Ground Water
- 4.3 Ground Water Flow Direction
- 4.4 Depth to Water Table
- 4.5 Drainage/Channel Form
- 4.6 Sedimentation
- 4.7 Impoundment Leakage and Slope Failure
- 4.8 Flooding
- 4.9 Water Quality

**5. Biota**

- 5.1 Plant and Animal Species
- 5.2 Vegetative Community
- 5.3 Diversity
- 5.4 Productivity
- 5.5 Nutrient Cycling

**6. Climate and Air**

- 6.1 Macro-Climate Hazards
- 6.2 Forest and Range Fires
- 6.3 Heat Balance
- 6.4 Wind Alteration
- 6.5 Humidity and Precipitation
- 6.6 Generation and Dispersion of Contaminants
- 6.7 Shadow Effects

**7. Energy**

- 7.1 Energy Requirements
- 7.2 Conservation Measures
- 7.3 Environmental Significance

**SOCIAL****8. Services**

- 8.1 Education Facilities
- 8.2 Employment
- 8.3 Commercial Facilities
- 8.4 Health Care/Social Services
- 8.5 Liquid Waste Disposal
- 8.6 Solid Waste Disposal
- 8.7 Water Supply
- 8.8 Storm Water Drainage
- 8.9 Police
- 8.10 Fire
- 8.11 Recreation
- 8.12 Transportation
- 8.13 Cultural Facilities

**9. Safety**

- 9.1 Structures
- 9.2 Materials
- 9.3 Site Hazards
- 9.4 Circulation Conflicts
- 9.5 Road Safety and Design
- 9.6 Ionizing Radiation

**10. Physiological Well-Being**

- 10.1 Noise
- 10.2 Vibration
- 10.3 Odor
- 10.4 Light
- 10.5 Temperature
- 10.6 Disease

**11. Sense of Community**

- 11.1 Community and Organization
- 11.2 Homogeneity Diversity
- 11.3 Community Stability and Physical Characteristics

**12. Psychological Well-Being**

- 12.1 Physical Threat
- 12.2 Crowding
- 12.3 Nuisance

**13. Visual Quality**

- 13.1 Visual Content
- 13.2 Area and Structure Coherence
- 13.3 Apparent Access

**14. Historic and Cultural Resources**

- 14.1 Historic Structures
- 14.2 Archaeological Sites and Structures

TABLE 8.3 Typical Project Checklist by Impact Area

POTENTIAL IMPACT AREA	CONSTRUCTION PHASE			OPERATING PHASE		
	Adverse effect	No effect	Beneficial effect	Adverse effect	No effect	Beneficial effect
<b>A. LAND TRANSFORMATION AND CONSTRUCTION</b>						
a. Compaction and settling						
b. Erosion						
c. Ground cover						
d. Deposition (sedimentation, precipitation)						
e. Stability (slides)						
f. Stress-strain (earthquake)						
g. Floods						
h. Waste control						
i. Drilling and blasting						
j. Operational failure						
<b>B. LAND USE</b>						
a. Open space						
b. Recreational						
c. Agricultural						
d. Residential						
e. Commercial						
f. Industrial						
<b>C. WATER RESOURCES</b>						
a. Quality						
b. Irrigation						
c. Drainage						
d. Ground water						
<b>D. AIR QUALITY</b>						
a. Oxides (sulfur, carbon, nitrogen)						
b. Particulate matter						
c. Chemicals						
d. Odors						
e. Gases						
<b>E. SERVICE SYSTEM</b>						
a. Schools						
b. Police						
c. Fire protection						
d. Water and power systems						
e. Sewerage systems						
f. Refuse disposal						
<b>F. BIOLOGICAL CONDITIONS</b>						
a. Wildlife						
b. Trees, shrubs						
c. Grass						
<b>G. TRANSPORTATION SYSTEMS</b>						
a. Automobile						
b. Trucking						
c. Safety						
d. Movement						
<b>H. NOISE AND VIBRATION</b>						
a. On-site						
b. Off-site						
<b>I. AESTHETICS</b>						
a. Scenery						
b. Structures						
<b>J. COMMUNITY STRUCTURE</b>						
a. Relocation						
b. Mobility						
c. Service						
d. Recreation						
e. Employment						
f. Housing quality						
<b>K. OTHER (List as appropriate)</b>						

TABLE 8.3 Typical Project Checklist by Impact Area

POTENTIAL IMPACT AREA	CONSTRUCTION PHASE			OPERATING PHASE		
	Adverse effect	No effect	Beneficial effect	Adverse effect	No effect	Beneficial effect
<b>A. LAND TRANSFORMATION AND CONSTRUCTION</b>						
a. Competition and settling						
b. Erosion						
c. Ground cover						
d. Deposition (sedimentation, precipitation)						
e. Stability (slides)						
f. Stress-strain (earthquake)						
g. Floods						
h. Waste control						
i. Drilling and blasting						
j. Operational failure						
<b>B. LAND USE</b>						
a. Open space						
b. Recreational						
c. Agricultural						
d. Residential						
e. Commercial						
f. Industrial						
<b>C. WATER RESOURCES</b>						
a. Quality						
b. Inflow/outflow						
c. Quantity						
d. Ground water						
<b>D. AIR QUALITY</b>						
a. Odors (odoriferous, cultural, atmospheric)						
b. Particulate matter						
c. Gaseous						
d. Other						
e. Green						
<b>E. SERVICE SYSTEMS</b>						
a. Streets						
b. Police						
c. Fire protection						
d. Water and sewer systems						
e. Sewerage systems						
f. Refuse disposal						
<b>F. BIOLOGICAL CONDITIONS</b>						
a. Wildlife						
b. Trees, shrubs						
c. Grass						
<b>G. TRANSPORTATION SYSTEMS</b>						
a. Automobile						
b. Trucking						
c. Safety						
d. Movement						
<b>H. NOISE AND VIBRATION</b>						
a. On-site						
b. Off-site						
<b>I. AESTHETICS</b>						
a. Scenery						
b. Structures						
<b>J. COMMUNITY STRUCTURE</b>						
a. Resources						
b. Stability						
c. Services						
d. Recreation						
e. Employment						
f. Housing quality						
<b>K. OTHER (List as appropriate)</b>						

**CUESTIONARIO \***

8

**Vectores de enfermedad**

- |    |  |        |        |                |
|----|--|--------|--------|----------------|
| a) | ¿Existen problemas de salud conocidos en el área del proyecto transmitidos por especies de vectores tales como mosquitos, moscas, caracoles, etc.?                       | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| b) | ¿Estos vectores están asociados con:   |        |        |                |
|    | habitat acuático?  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | habitat boscoso?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | tierras agrícolas?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | habitat degradado?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | asentamientos humanos?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| c) | ¿El proyecto podrá:  |        |        |                |
|    | incrementar el habitat del vector?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | disminuir el habitat del vector?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | proporcionar la oportunidad de controlar vectores?   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| d) | ¿La fuerza de trabajo del proyecto podría ser una posible fuente de introducción de vectores que no se encuentren actualmente en el área del proyecto?                   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| e) | ¿El mayor acceso y el incremento comercial con el área del proyecto podrán ser una posible fuente de vectores de enfermedad que actualmente no se encuentren en la zona? | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| f) | ¿Proporcionará el proyecto oportunidad para controlar vectores a través de una mejor calidad de vida?  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |

**IMPACTO ESTIMADO SOBRE VECTORES DE ENFERMEDAD**

**Salud Pública**

- |    |  |        |        |                |
|----|--|--------|--------|----------------|
| a) | ¿Las enfermedades transmitidas por vectores forman una parte importante de la situación local de salud pública?  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| b) | ¿Existen clínicas u otros programas de control de enfermedades en operación o planeadas para la zona?  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| c) | ¿La decisión del proyecto provocará un aumento en la densidad o distribución de vectores de enfermedad?  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| d) | ¿La decisión del proyecto provocará que trabajadores u otras personas que entren a la zona traigan enfermedades contagiosas o transmitidas por vectores? | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| e) | ¿La decisión del proyecto, durante su fase de preparación, provocará la exposición de los trabajadores a vectores de enfermedad?                         | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |

<sup>a</sup> Traducido y adaptado por ECO de US AID (1980).



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

***CURSOS ABIERTOS***

***EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL***

***APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS***  
*Del 31 de agosto al 11 de septiembre de 1992*

***10. MEDIDAS DE MITIGACION***

***M.I. DOMINGO COBO PEREZ***

***AGOSTO-SEPTIEMBRE-1992***

## 1. INTRODUCCION.

En las primeras etapas de este curso se han comentado las técnicas de identificación y predicción los de impactos adversos sobre el ambiente por la implementación de un proyecto. Estos impactos adversos se deben haber detectado desde el momento de la concepción del proyecto hasta su etapa de diseño.

Cuando los impactos detectados violen normas, criterios o políticas de protección y conservación del ambiente en vigor, deben establecerse medidas de mitigación antes de que se apruebe la ejecución del mismo.

Estas medidas, no deben ser consideradas como simple requisito adicional resultante del proceso de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), sino como una parte integrante del ciclo de planeación del proyecto.

## 2. DEFINICION.

Se entienden como medida de mitigación la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción, operación y terminación).

## 3. ALTERNATIVAS.

Se puede considerar que las medidas de mitigación de impactos pueden incluir una o varias de las siguientes acciones.

1. Evitar el impacto total al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
2. Minimizar los impactos a través de limitar la magnitud del proyecto.
3. Rectificar el impacto a través de reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado.

4. Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
5. Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.
6. Eliminar o minimizar el impacto por el control de la fuente.
7. Eliminar o minimizar el impacto por el control de la exposición.

Existen diversos sistemas computarizados de ayuda al analista como el EICS (Environmental Impact Computer System), desarrollado en el año de 1981 por el U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory, para la identificación de medidas potenciales de mitigación. Este sistema computarizado permite determinar tanto la forma en que un proyecto puede afectar a diferentes factores del ambiente, como la forma de enfrentar estos efectos. Sistemas como éste ayudan al técnico a visualizar rápidamente las medidas de mitigación disponibles.

#### 4. CLASIFICACION.

En general se puede indicar que para la clasificación de las medidas de mitigación se incluyen:

- Medidas de ingeniería.
- Medidas de manejo.
- Revisión de políticas.

Las dos primeras son las acciones más conocidas y tradicionales y las que se han venido utilizando en diversos proyectos; se basan en el concepto de que se pueden tomar medidas para reducir los efectos adversos por el desarrollo de un proyecto de forma que se cumplan las normas, criterios y/o políticas ambientales en vigor.

La revisión de políticas, por su parte, requiere de un enfoque diferente para cumplir con lo establecido en la normativa ambiental, la cual puede resultar muy controvertida. Básicamente,

es una revisión cuidadosa de las normas o criterios, con el objeto de determinar si se puede otorgar una exención específica para el proyecto.

#### 4.1 Medias de ingeniería.

Por lo general, las medidas de ingeniería han sido la solución más común para la mitigación de los impactos adversos debidos a un proyecto. Entre estas medidas se incluyen el tratamiento de desechos o el uso de equipo y/o material alternativos con objeto de mejorar el efluente que se descarga al ambiente.

Por lo anterior, esta solución se considera como una parte del diseño de ingeniería del proyecto. Los técnicos que estudian los impactos ambientales de un proyecto pueden proporcionar información valiosa para la selección de estas medidas; pero, el diseñador es el responsable de incluir dichas medidas en el proyecto en su conjunto (Tabla 1).

#### 4.2 Medidas de manejo.

Las medidas de manejo involucran el conocimiento de las condiciones de operación del proceso con el fin de ajustarlas a las necesidades ambientales. Se basan en el reconocimiento de que existen niveles tolerables de impactos sobre el ambiente, los cuales pueden variar con el tiempo. Por lo tanto, los objetivos de estas medidas son el monitorear las condiciones ambientales y el mantener un nivel de impacto dentro de los rangos aceptables y/o tolerables (tabla 2).

#### 4.3 Revisión de políticas.

Después que se han estudiado las medidas de ingeniería y de manejo, puede que con ellas no sea factible alcanzar las normas o criterios ambientales existentes. Bajo estas circunstancias, puede ser conveniente la revisión de políticas que involucran una comparación, entre la necesidad de instituir el proyecto y el deseo de cumplir con las normas y/o criterios ambientales existentes.



Tabla 1

MEDIDAS DE INGENIERIA PARA MITIGACION DE IMPACTOS

Impacto	Medidas de mitigación
<b>Ambiente aéreo</b>	
1. Partículas	Ciclón, filtro, cámara de sedimentación, separador inercial, precipitador electrostático.
2. Gases	Torres de lavado y absorbedores.
<b>Ambiente acuático</b>	
1. Orgánicos	Lodos activados, filtro rociador, lagunas de estabilización y de oxidación.
2. Grasas	Trampa de grasa.
3. Sólidos:	
Suspendidos	Filtración (gravedad, flujo ascendente).
Sedimentables	Tanque de sedimentación.
4. Inorgánicos	Absorción.
5. Calor	Torre o laguna de enfriamiento.
<b>Otros ambientes físicos</b>	
1. Ruido	Mofle, barrera, cambios en el proceso.
2. Erosión	Protección de pendientes (terrazas, cubierta vegetal).
<b>Ambiente biológico</b>	
1. Obstrucción de rutas de migración.	Escaleras para peces en represas, pasajes bajo carreteras y suplir con áreas adicionales.
2. Pérdida de áreas recreativas	
<b>Ambiente socioeconómico</b>	
1. Vivienda para trabajadores	Construcción temporal de campamentos.
2. Limitación en servicios	Incrementar la capacidad en servicios, escuelas, hospitales y demás.

Tabla 2

**MEDIDAS DE MANEJO PARA MITIGACION DE IMPACTOS**

Impacto	Medidas de Mitigación
<b>Ambiente aéreo</b>	
1. Incremento en contaminantes durante inversiones atmosféricas	Paro de la planta durante inversiones
<b>Ambiente acuático</b>	
1. Decremento del oxígeno disuelto durante el estiaje	Regulación de la descarga de desechos
<b>Otros ambientes físicos</b>	
1. Erosión	Rotación en el uso del suelo para mantener la cubierta vegetal
<b>Ambiente biológico</b>	
1. Separación entre el habitat y el área de apareamiento	Cerrado de carreteras durante la temporada de apareamiento
<b>Ambiente socioeconómico</b>	
1. Sobrecarga en los servicios por los trabajadores	Reducir el número de trabajadores aumentando el período de construcción
2. Desplazamiento de trabajadores de tierras agrícolas	Emplear a los trabajadores desplazados en nuevos proyectos

Los dos principios que se deben respetar cuando se adopta la revisión de políticas, normas y criterios ambientales, incluyen la imparcialidad y la franqueza. La evaluación de los beneficios de un proyecto debe ser imparcial, el objetivo debe de ser el evaluar más que el justificar. Algunos proyectos tienen un beneficio neto marginal, lo cual no justifica el no cumplir con las normas o criterios existentes, otros proyectos son de gran beneficio, por lo que se puede justificar el revisar el criterio o norma. Sin embargo, sólo la evaluación imparcial puede determinar cual es el caso.

La franqueza, por su parte, es necesaria para informar al público y para evitar controversias. Muchas de las objeciones a las exenciones específicas de criterios o normas en menor grado se relacionan con el proyecto mismo que en la forma en que fueron establecidas. Con base en lo anterior, resulta necesario que el público tenga acceso a:

Las normas o criterios que han sido revisadas y el grado de justificación técnico-científica.

Los efectos adversos que puedan resultar.

Los beneficios que se anticipan.

Las medidas de ingeniería y de manejo disponibles para reducir, aunque no eliminar, la violación a los criterios o normas vigentes.

Es importante señalar que las normas y criterios establecidos no son absolutos; las normas y criterios generales pueden resultar sobre proteccionistas en áreas específicas; las normas y criterios locales pueden ser adaptaciones de los establecidos en otras áreas, sin adecuarlos a sus condiciones; algunas normas y criterios pueden requerir actualización. Por lo anterior, la revisión de políticas puede ayudar a determinar estas limitaciones y a mejorar las normas y criterios establecidos.

La revisión, imparcial y franca, de las normas, criterios y/o políticas no deben ser contrarias a los objetivos de la administración ambiental.

## 5. SELECCION.

A continuación se presenta un ejemplo de factores que inciden en la selección de medidas de mitigación de un proyecto del desarrollo, cuando se identifican impactos sobre la salud (Environmental health impact assessment of irrigated agricultural development project, WHO-EURO, diciembre de 1983).

Los efectos sobre la salud se pueden reducir a través de medidas diseñadas para influenciar esos factores. La selección de dichas medidas, depende de:

La naturaleza del proyecto en cuestión; las medidas de mitigación pueden ser específicas para ciertos tipos de desarrollo.

La etapa de desarrollo del proyecto; ciertas medidas de mitigación son únicamente factibles en etapas particulares del proyecto.

El clima y condiciones físicas locales.

El tipo de vectores y de organismos que han sido identificados como importantes en causar efectos sobre la salud.

El objetivo del proyecto; las medidas de mitigación deben permitir cumplir con el objetivo del proyecto dentro del periodo requerido.

Los factores social, cultural y político, locales, los cuales pueden afectar severamente la factibilidad de ciertos tipos de medidas de mitigación.

## MONITOREO AMBIENTAL Y DE SALUD.

### 1. INTRODUCCION.

Un tema de creciente importancia dentro de la evaluación de impacto ambiental y salud (EIA) incluye la conducción de estudios de monitoreo ambiental tanto previos como posteriores. El monitoreo ambiental se refiere al grupo de actividades que proporcionan información ambiental química, física, geológica, biológica y otras requerida por los especialistas en este ramo.

Debido a que se ha adquirido mayor conciencia de la importancia del monitoreo ambiental a lo largo del tiempo de vida de un proyecto, se ha enfatizado la planeación e implantación de programas de monitoreo.

Los componentes incluidos en la amplia definición del monitoreo ambiental abarcan: la planeación de recolección de información ambiental que cumpla con los objetivos específicos y con las necesidades de información ambiental; el diseño de sistemas y estudios de monitoreo; la selección de sitios de muestreo; recolección y manejo de muestras; análisis de laboratorio; el almacenamiento y reporte de los datos; el asegurarse de la calidad de los datos; así como el análisis, interpretación y el poner la información al alcance de aquellos que toman las decisiones.

### 2. DEFINICIONES.

Existen varias definiciones de monitoreo. Una de las más ampliamente aceptadas corresponde a la reunión intergubernamental de 1971, preparatoria de la conferencia de Estocolmo de 1972. En esa reunión se definió el monitoreo como "un sistema continuo de observación, de mediciones y evaluaciones para propósitos definidos". El hecho más importante a notar bajo esta definición, es que el monitoreo debe llevarse a cabo para "propósitos definidos". Estos propósitos deben ser vistos dentro del contexto de la administración ambiental.

Existe con frecuencia cierta confusión en cuanto a la diferencia entre monitoreo y vigilancia. En ciertos casos, la vigilancia se toma como el monitoreo llevado a cabo para observar tendencias, más que como apoyo de objetivos administrativos específicos. Sin embargo, en estudios epidemiológicos, la vigilancia ambiental o de salud, tiene un significado mucho más específico.

Harvey (1981) llevó a cabo un análisis extenso de la terminología usada en relación a monitoreo. Ha demostrado que los términos monitoreo y vigilancia pueden significar cosas bastante distintas para diferentes usuarios. El uso más común aparenta ser amplio, abarcando tanto el monitoreo descriptivo, orientado a problemas, como el monitoreo reglamentario.

### 3. ANTECEDENTES HISTORICOS.

Tal como lo implica la definición anterior, el monitoreo ambiental no es un fin por sí mismo, sino un paso esencial en los procesos de administración del ambiente. No sorprende, por lo tanto, que el desarrollo del monitoreo haya seguido la preocupación pública y gubernamental acerca del ambiente.

Existe en la actualidad una sensación generalizada de que el monitoreo no ha cumplido con las expectativas, de ser una herramienta de la administración ambiental. Estas expectativas tuvieron probablemente su punto más alto, durante e inmediatamente después de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972, en Estocolmo. Durante este período se dedicaron recursos importantes al diseño y operación de sistemas de monitoreo. Diversas actividades de monitoreo empezaron a ser coordinadas y desarrolladas a nivel internacional, bajo el Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (SIMUVIMA).

También algunos países estaban dedicando importantes recursos a la evaluación y futuro desarrollo de actividades nacionales de monitoreo. Por ejemplo, en los Estados Unidos de Norteamérica, al principio de los 70's se estableció en la EPA una oficina de monitoreo, y se construyeron tres laboratorios de monitoreo para apoyar a esta oficina. En la Gran Bretaña, la Comisión Real de Contaminación del Medio Ambiente (1974) apoyó el desarrollo de un

sistema de monitoreo "comprensivo, unificado y flexible". Esfuerzos similares se llevaron a cabo en otros países.

En vista de los considerables recursos dedicados al monitoreo, sorprende que se considere que no ha alcanzado las expectativas. Existen muchas razones para esto, dependiendo de la naturaleza y circunstancias de una situación particular. No obstante, dos de los factores principales que son generalmente aplicables pueden resumirse como sigue:

- (i) Muchos programas de monitoreo, especialmente los primeros, fueron relativamente ambiciosos y consumieron recursos considerables, pero fueron diseñados sin objetivos claros, y por lo tanto, de una utilidad limitada.
- (ii) La complejidad científica y técnica de decidir qué, dónde, cuándo y cómo monitorear, ha surgido gradualmente y en la actualidad está claro que estos aspectos son mucho más difíciles de responder de lo esperado originalmente.

Sin embargo, existen señales en la actualidad de un renovado interés en el monitoreo y progreso en el diseño, operación y utilización de los sistemas de monitoreo. Esto se hace evidente, tanto a nivel internacional como nacional (e.g. NU/SIMUVIMA, OECD, CEE).

#### 4. OBJETIVOS DEL MONITOREO AMBIENTAL Y DE SALUD.

Los principales objetivos que persigue un sistema de monitoreo ambiental, posterior a la implementación del proyecto, incluyen (Marcus, 1979):

1. Proporcionar información para la documentación de los impactos que resultan de una acción propuesta. Con esta información es posible hacer una predicción más confiable de los impactos relacionados con otras acciones similares.

- .. Advertir, a las agencias involucradas y/o al grupo tomador de decisiones, de impactos adversos no anticipados en el estudio de la EIA o de cambios bruscos en las tendencias de los impactos previamente evaluados.
3. Proporcionar un sistema de información inmediato, cuando un indicador de impactos, previamente seleccionado, se acerca a su nivel crítico.
4. Proporcionar información para determinar la localización, nivel y tiempo en que se presentan los impactos de un proyecto. Las medidas de control involucran una planificación inicial y, la posible instrumentación de reglamentos y medidas, para asegurar su cumplimiento.
5. Proporcionar información que pueda usarse para evaluar la efectividad de las medidas de mitigación instrumentadas y para verificar los impactos predichos y, por lo tanto, validar, modificar y/o ajustar las técnicas de predicción utilizadas.

La definición del objetivo o de los objetivos en la elaboración de un programa de monitoreo ambiental incide sensiblemente en la selección de parámetros a medir e instrumentos más convenientes.

En la tabla 1 se presenta un ejemplo de como están vinculados estos elementos para el caso particular de monitoreo de la calidad del aire. Se puede apreciar además cómo varían los costos, tanto de capital como de funcionamiento, según sean los objetivos y por lo tanto, los instrumentos seleccionados, además de los periodos de muestreo recomendados.

En la tabla 2 también para el caso de monitoreo de calidad del aire, se presenta la información meteorológica requerida según el objetivo del programa.



**TABLA 1**  
**INSTRUMENTOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AIRE**  
**EN RELACION CON LOS OBJETIVOS**

CONTAMINANTES	OBJETIVOS <sup>a</sup>	INSTRUMENTO	PERIODO DE MUESTREO	COSTOS	
				CAPITAL	FUNCIONAMIENTO
Bióxido de azufre	Todos	Instrumentos automáticos	Continuo	Elevados	Moderados
	a,b,d,o,f,h,i	Burbujadores automáticos	1-24 h	Moderados	Moderados
	a,b,d,e,h,i	Tubos de absorción	30 min	Bajos	Moderados
	a,e,i	Bujías de plomo	1 mes	Bajos	Bajos
Partículas suspendidas	a,b,d,e,f,h,i	Dispositivos de muestreo de humo	24 h	Moderados	Bajos
	a,b,d,e,f,h,i	Dispositivos de muestreo de alto volumen	24 h	Moderados	Moderados
	Todos	Instrumentos automáticos	Continuo (1-4 h/sitio)	Elevados	Moderadamente elevados
Partículas depositadas	a,h,i	Medidores de la precipitación de polvo	1 mes	Bajos	Bajos
Monóxido de carbono	Todos	Instrumentos automáticos	Continuo	Elevados	Moderadamente elevados
Óxido de nitrógeno	a,b,d,e,f,h,i	Burbujadores mecánicos	1-24 h	Moderados	Moderados
	Todos	Instrumentos automáticos	Continuo	Elevados	Moderadamente elevados
Oxidantes (como ozono)	h,i	Burbujadores automáticos	30 min	Moderados	Moderados
	Todos	Instrumentos automáticos	Continuo	Elevados	Moderadamente elevados

<sup>a</sup> Objetivos: a) análisis de tendencias; b) evaluar las estrategias del control; c) evaluar el control de episodios; d) evaluar el riesgo para la salud humana; e) evaluar el riesgo de daños ambientales; f) datos que sirven de base para la planificación de uso de la tierra; g) validar los modelos de dispersión; h) investigar que es; y i) evaluación inicial.

**TABLA 2**  
**REQUISITOS METEOROLOGICOS EN RELACION CON LOS OBJETIVOS**

OBJETOS DE LA VIGILANCIA	INSTRUMENTOS Y MEDICIONES
Evaluación inicial	Instrumentos de registro del viento.
Análisis de las tendencias, determinación del riesgo para la salud humana y daños ambientales	Instrumentos de registro del viento, termohigrógrafos, medidores de la precipitación
Evaluación de las estrategias de control	Instrumentos de registro del viento, termohigrográficos y medidores de la precipitación, son útiles las observaciones del perfil vertical de la temperatura a menudo a base de mediciones por radio-sonido de los servicios meteorológicos locales.
Validación de los modelos de dispersión	Observaciones de un grupo de estaciones meteorológicas de la zona; uno de los sitios debe ser una estación de torre para observaciones de la temperatura y del viento a diferentes alturas; de no ser posible, pueden calcularse las condiciones de estabilidad atmosférica utilizando parámetros que se midan a nivel de tierra: observaciones de la intensidad de las radiaciones, nubosidad y viento; se recomiendan las consultas con meteorólogos.
Intensificación del control de episodios	Como en el caso anterior, la colaboración con los servicios meteorológicos es indispensable; se requiere del acceso inmediato de las observaciones recientes de los parámetros del viento y la temperatura (estabilidad).
Investigación de las quejas	Instrumentos portátiles para registrar el viento, termómetros y dispositivos para medir la precipitación.
Datos en que basarse para el uso de la tierra	Las estaciones portátiles para registrar el viento son útiles cuando la topografía de la zona es complicada; también lo son las observaciones de la temperatura vertical.

## 5. NIVELES DE MONITOREO.

Los sistemas de monitoreo pueden cubrir extensiones geográficas diferentes (ser operados en varios niveles), dependiendo de la naturaleza del problema en cuestión y de la jurisdicción correspondiente a la agencia de monitoreo. Estos niveles pueden ser los siguientes:

**Locales:** Se extienden entre 0 y 100 kilómetros, como la contaminación del aire en una ciudad.

**Regionales:** Se extienden entre 100 y 1 000 kilómetros, como la contaminación de ríos.

**Continetales:** Se extiende entre 1 000 y 10 000 kilómetros como la contaminación del mar.

**Globales:** Se extienden más de 10 000 kilómetros como el calentamiento de la atmósfera por la acumulación de monóxido de carbono y otros gases.

Es importante señalar que gran diversidad de problemas de contaminación se presentan a varias escalas. Así, por ejemplo, la emisión de dióxido de azufre a la atmósfera, por el uso de combustibles fósiles, provoca un problema de contaminación local y, su dispersión, por efecto de los factores climatológicos, favorecen la formación de lluvia ácida, convirtiéndose en un problema global.

## 6. PERIODOS DE MONITOREO.

Una característica del ambiente es su variabilidad en espacio y tiempo y esto con frecuencia dificulta separar, los diferentes procesos que pueden estar funcionando, cada uno con su propia escala de tiempo de variación. Probablemente el ejemplo menos comprendido y el más complejo sea el de la evaluación de los cambios climáticos, i.e. identificar cambio vs variabilidad. Existe un número de ciclos en operación: estacional, anual, manchas solares, cambios en el campo magnético, etc. Otro ejemplo es el de la variabilidad, natural, temporal y espacial del ozono

estrafosférico; se estima que si existiera una disminución efectiva del 2% anual en el ozono, se necesitarían 10 años de observaciones antes de que tal hecho pudiera ser confirmado por mediciones con una confiabilidad del 95%.

Así, en muchos casos una mirada hacia atrás en el tiempo se hace esencial para evaluar la significancia de los niveles actuales de contaminación; sin embargo, se da generalmente el caso de que el monitoreo ambiental no se haya llevado a cabo. Es posible que en ocasiones, se utilicen métodos indirectos, por ejemplo análisis químicos de cortes anulares de árboles, de especímenes de museo, de perfiles de sedimento, etc. Por ejemplo, el análisis de perfiles de nieve en Groenlandia, ha revelado que los niveles de plomo se incrementan cinco veces desde 1850 y cien veces desde el año 800 A.C. (Murozumi et al., 1969).

El monitoreo histórico puede ser una herramienta especialmente útil en una EIA, particularmente si no se cuenta con mediciones de monitoreo directas. Es también útil en la identificación de tendencias históricas a largo plazo en relación a las cuales puedan evaluarse cambios más recientes.

Tomando en cuenta algunos de los aspectos mencionados y las etapas de desarrollo de un proyecto, podemos diferenciar los siguientes periodos de monitoreo dentro de una EIA.

Previa a la construcción del proyecto.

Durante la etapa de construcción y montaje de equipo.

Mientras se opera y mantiene la obra.

Posterior a la vida útil del proyecto.

Un ejemplo sobre periodos y frecuencia de muestreo según el objetivo del monitoreo, puede apreciarse en la tabla 1 ya mencionada.

## 7. CLASES DE MONITOREO.

Varias clases de monitoreo ambiental y de salud se han estado poniendo en práctica entre ellas se mencionan las siguientes:

- Monitoreo de identificación.
- Monitoreo por asociación.
- Monitoreo de trayectoria.
- Monitoreo de exposición.

### - Monitoreo de identificación.

Muchas sustancias son emitidas al ambiente sin que sean detectadas; a su vez, algunas sustancias se transforman en el ambiente, sin que dicho cambio sea detectado.

Con el aumento constante en el número y en la cantidad de sustancias químicas en el ambiente, el monitoreo para la identificación crece en importancia. Un enfoque que podría considerarse adecuado, es el muestreo periódico de la atmósfera, para un rango de sustancias tan amplio como sea posible, usando las mejores y más sensibles técnicas disponibles.

### - Monitoreo por asociación.

En ciertos casos, la identificación de un contaminante específico en el ambiente induce a sospechar la presencia de otros.

La asociación puede indicarse sobre la base de semejanzas químicas y/o afinidad geoquímica. En otros casos, en los cuales se encuentran productos de degradación conocida, debe sospecharse la presencia de la sustancia original.

### - Monitoreo de trayectoria.

Hasta hace poco, la EIA se enfocaban hacia los problemas localizados de contaminación importantes. En estos casos, la relación entre las emisiones y las exposiciones y efectos resultante, se determinaba razonablemente usando una combinación de métodos y experiencias (incluyendo el monitoreo del ambiente y estudios

- Exposición a los alimentos.

El monitoreo de la alimentación es la base para los estudios alimentarios; a través de estos estudios, se pretende establecer dietas representativas para la población, con objeto de calcular la exposición total a ciertas sustancias tóxicas ingeridas a través de dichas dietas.

También se efectúan estudios selectivos sobre alimentos individuales que puedan contener niveles particularmente altos de ciertos tóxicos (como por ejemplo, el metilmercurio en peces).

En el caso de una EIAS, es importante el considerar la ingestión de productos alimenticios producidos cerca de un proyecto de desarrollo propuesto.

- Exposición al agua potable.

Por otro lado, existe diversidad de trabajos epidemiológicos relacionados con la incidencia de enfermedades cardíacas y con la dureza del agua potable. Esto puede ser un factor para tomar en consideración en una EIAS de un proyecto que pueda afectar la calidad del agua.

- Exposición a los contaminantes del aire.

Las mediciones para determinar la concentración de contaminantes en el aire son particularmente útiles, si se correlacionan con estudios epidemiológicos sobre los efectos en la salud. Las relaciones concentración-efecto ambientales se infieren con frecuencia bajo condiciones controladas de laboratorio, en el lugar de trabajo, con el fin de que la concentración registrada sea equivalente o proporcional a la exposición real.

En una publicación reciente de la Organización Mundial de la Salud, se muestra que en la mayoría de los casos, la relación entre concentraciones medidas y exposiciones reales es compleja y que depende de diversos factores tales como el ambiente aledaño, el tiempo que se pasa bajo techo/intemperie, la actividad efectuada y el patrón de respiración.

- Monitoreo de proceso.

En muchos casos puede ser más sencillo establecer especificaciones precisas para procesos limpios, más que para límites de emisión (monitoreo de proceso).

8.2 Monitoreo del ambiente.

Muchos países han establecido normas u objetivos de calidad del ambiente, a través de limitar el nivel de los contaminantes en el aire, en el agua y en el suelo.

El monitoreo de calidad ambiental, presenta algunos problemas asociados con el diseño de las redes de monitoreo. Es preferible monitorear en lugares donde el nivel de contaminantes es más alto. Sin embargo, los gradientes espaciales y la variación temporal son normalmente los máximos en estos lugares, haciendo difícil la obtención de medidas representativas...

Dentro de los programas de monitoreo ambiental se destacan los relacionados con el aire, agua, alimentos, ruido y suelo.

8.3 Monitoreo biológicos.

Cuando se identifica un problema de contaminación, con frecuencia resulta útil obtener un cuadro sinóptico de su escala y naturaleza. Estas mediciones sinópticas pueden indicar donde se requiere un monitoreo más específico y preciso; estos estudios iniciales deben realizarse en poco tiempo y con bajos recursos económicos. Para tales casos, los materiales biológicos pueden ser de utilidad.

Así, por ejemplo, ciertos musgos han sido usados para estudiar los patrones regionales del depósito de metales provenientes de la atmósfera, proporcionando resultados cuantitativos y reproducibles. Esta técnica no es cara y puede usarse en varios sitios a lo largo de un área extensa.

Para planificar el monitoreo dentro de la EIA, se recomienda tomar en cuenta las siguientes situaciones y acciones:

- Recopilación de diversidad de datos provenientes del monitoreo ambiental, recolectados en forma rutinaria por parte de agencias gubernamentales y por el sector privado. Estos datos necesitan ser identificados, compilados e interpretados.
- Como los programas de monitoreo ambiental son costosos, debe hacerse el esfuerzo por utilizar programas de monitoreo existentes y modificarlos apropiadamente.
- Debido a la superposición de responsabilidades en muchas agencias gubernamentales, en cuanto a manejo y monitoreo ambientales, resulta necesario coordinar la planificación del monitoreo ambiental.
- Una necesidad básica en programas de monitoreo ambiental, es la interpretación científica de la información recolectada. Frecuentemente la información se compila pero nunca se interpreta en relación a la calidad del ambiente sujeto a monitoreo.
- Nunca se podrá recopilar la suficiente información para responder a todas las preguntas que puedan presentarse en un programa de monitoreo ambiental. Es necesario extender, por lo tanto, los datos del monitoreo por medio del juicio profesional.
- También debe definirse con anticipación quiénes serán los responsables en llevar a cabo el programa de monitoreo elaborado.

En la tabla 3 se presentan los diferentes elementos de trabajo al elaborar un programa de monitoreo y las tareas a ser desarrolladas. Este cuadro es una guía a ser utilizada por los que tengan a su cargo la planificación del programa de monitoreo.



Tabla 3

ELEMENTOS DE TRABAJO	TAREAS NECESARIAS
1. Definir los objetivos de monitoreo	1. Definir los objetivos de monitoreo en términos de mayores impactos potenciales y en términos de autoridad agencial.
2. Determinar los datos requeridos	<p>1. Reevaluar los impactos en base a los objetivos de monitoreo; eliminar la sobreposición en objetivos y esfuerzos de monitoreo.</p> <p>2. Seleccionar los indicadores de impacto (estos son los parámetros que deben ser monitoreados para evaluar la magnitud de los impactos. Varios parámetros pueden ser indicativos de un impacto particular. Cualquier indicador deberá ser seleccionado en base a su utilidad para el nivel de decisión, planeación, regulación e implementación).</p> <p>3. Determinar la frecuencia y el tiempo de la recolección de datos. (La frecuencia de la recolección de datos deberá ser la mínima necesaria para el análisis de tendencia, observancia de regulaciones y correlación de causa y efecto. Para algunos parámetros el tiempo de recolección de datos puede ser más importante que el nivel de frecuencia. El tiempo de recolección de datos deberá relacionarse con el tiempo de actividades que causan los impactos. Las diferentes fases de una acción pueden producir impactos diferentes que persisten después de la suspensión de la actividad).</p> <p>4. Determinar los sitios de monitoreo o las áreas de recolección. (Estas deberán basarse en la ubicación de las actividades causantes de impactos, predicciones de las áreas más probables de ser afectadas y los sitios donde obtener un conocimiento global).</p> <p>5. Determinar el método de recolección de datos.</p> <p>6. Determinar el tipo de datos y forma de almacenaje. (El formato de datos incluye cuadros estadísticos, esquemas, gráficos, resúmenes, mapas, impresos computarizados y gráficos. El criterio para la selección adecuada del formato incluye: acceso fácil y conveniente a los datos para todos los usuarios, claridad, interrelatividad en los formatos y facilidad de actualización).</p>

Tabla 3 (Cont.)

ELEMENTOS DE TRABAJO	TAREAS NECESARIAS
3. Determinar la disponibilidad de los datos.	7. Determinar el método de análisis de datos.
4. Conducir la evaluación de factibilidad	1. Identificar que requerimientos son llevados a cabo bajo programas existentes, incluyendo frecuencia y tiempo requerido de la recolección de datos, ubicación de la recolección de datos, exactitud y método de recolección.  1. Determinar el costo, personal y tiempo requerido para la obtención de datos.  2. Determinar la capacidad de las agencias para proveer datos.  3. Determinar si el sistema de monitoreo propuesto es factible.
5. Implementar el sistema de monitoreo	1. Revisar la adecuación de entidades institucionales existentes para la operación de sistema de monitoreo.  2. Crear una estructura institucional o modificar las estructuras institucionales existentes según sea necesario.  3. Definir las funciones y responsabilidades de las agencias y entidades institucionales.  4. Preparar un acuerdo escrito formal sobre las responsabilidades de las agencias; obtener su aprobación.  5. Obtener los fondos necesarios.
6. Recolección de datos	1. Recolectar los datos y suministrar los resultados.
7. Análisis de datos	1. Determinar la actividad y los niveles de impacto.  2. Definir la ubicación de actividades e impactos.





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

***CURSOS ABIERTOS***

***EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL***

***APLICACIONES A MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS  
Del 31 de agosto al 11 de septiembre de 1992***

***AUDITORIAS AMBIENTALES***

***ING. E. DOMINGO COBO PEREZ***

***AGOSTO-SEPTIEMBRE-1992***



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**C U R S O**

**EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

**T E M A**

**MEDIDAS DE MITIGACION**

**ING. E. DOMINGO COBO PEREZ.**

**MEXICO, D.F.**

APUNTES TOMADOS DEL MANUAL BASICO  
DE PROYECTOS DE DESARROLLO  
ORGANIZACION MUNDIAL DE SALUD.

## AUDITORIAS AMBIENTALES.

### 1. INTRODUCCION.

El uso de auditorias está tomando una importancia creciente en los países que han venido realizadno regularmente la MIA para los proyectos de desarrollo.

Han existido pocas auditorias de MIA deliberadamente planeadas, pero hay muchos estudios de proyectos importantes desde el punto de vista ambiental, que tienen algunos de los atributos de las auditorias. Sin embargo, parecen no haber sido revisiones integrales de los hallazgos de estas "cuasi-auditorias", cuando se les compara con modelos de cambio ecológico para probar y mejorar estos modelos.

Existe amplia evidencia de que se pueden llevar a cabo auditorias de importancia. Las primeras auditorias fueron probablemente las más difíciles, ya que se referían a evaluaciones que no habian sido diseñadas teniendo en mente el proceso de una auditoria. Pero las evaluaciones mismas han progresado ahora hasta el punto de que para muchas de ellas se cuenta con la información básica suficiente para apoyar una auditoria. Ciertamente debiera ser posible llevar a cabo evaluaciones futuras de tal manera que las auditorias sean realizadas posteriormente sin demasiada dificultad.

Dentro de las MIA las auditorias representan exámenes metodológicos que involucran análisis, pruebas y confirmación de procedimientos y prácticas que llevan a la verificación del cumplimiento de requerimientos legales, políticas internas y/o prácticas aceptadas.

El término auditoria ha sido tomado del lenguaje utilizado por economistas y financieros en el sentido de examen y verificación.

## 2. ANTECEDENTES HISTORICOS.

Mientras que la noción de formalizar un proceso de aprendizaje al requerir que las MIA estén sujetas a una auditoría o evaluación posterior no ha sido ampliamente difundida, las raíces de la idea sí están bien establecidas. Las Evaluaciones "post-hecho" de cambios antropogénicos, de las cuales existen muchos ejemplos, no sólo fijaron la base para la MIA, sino también demostraron la importancia de evaluar desarrollos después de que ya se encuentran en operación. Ninguno de estos ejemplos es realmente una auditoría de una evaluación del impacto ambiental formal, pero muchos examinan las hipótesis implicadas en decisiones para provocar cierto tipo de cambio ambiental y de esa manera reflejar la línea de pensamiento que llevó a la noción de auditoría ambiental.

Durante los 60's y 70's, una extensa serie de estudios fue realizada sobre los lagos "artificiales". Las Naciones Unidas han convocado a una gran conferencia plenaria sobre cuestiones de manejo de agua en cada una de las últimas tres décadas. La primera tuvo lugar en 1958 y trató sobre el manejo integrado de desarrollo de cuencas. En 1969, la UNESCO patrocinó una conferencia en París sobre; el estado y las tendencias de la investigación en hidrología, durante la cual el manejo de los recursos de tierra y agua asociado con ciclos hidrológicos fue un elemento esencial. En 1975, el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas convocó una conferencia en Budapest para discutir políticas y planeación para desarrollo de cuencas e intercuencas (United Nations. 1958; UNESCO 1969; UNDP 1975).

En la Conferencia del FNUD de Budapest, en particular, se presentaron diversas ponencias que describan evaluaciones de proyectos y de programas de desarrollo en varias partes del mundo. Pocos de estos análisis involucraron pruebas específicas de hipótesis de planeación. Algunos enfatizaron el desarrollo histórico de los procesos de planeación; otros esencialmente describieron un modelo normativo. El concepto de una auditoría o evaluación rigurosa, como se define aquí, no había surgido de manera clara en aquel tiempo. Unas cuantas de las exposiciones adoptaron una perspectiva crítica sobre el proceso de planeación y desarrollo y

formularon en términos generales algunas de las interrogantes que ahora están tomando una definición más precisa.

Una evaluación retrospectiva de pronósticos que ha publicado (Resources for the Future, EUA) en relación con el desarrollo y agotamiento de recursos, descubrió que algunos de los pronósticos habían resultado bastante exactos, mientras que muchos otros habían estado muy por fuera de la realidad (Clawson 1985-i).

La evolución de auditorías ambientales y de evaluación ha sido muy extensa y no existe ningún evento que marque el origen del advenimiento de una era de auditorías y evaluaciones formales y sofisticadas. Pero al proclamarse en los Estados Unidos la "National Environmental Policy Act" (NEPA, 1969) y con la formalización del proceso de evaluación de impacto ambiental, fue quizás inevitable que se incrementará la atención sobre las auditorías. Esto, de hecho, ha sido lo que sucedió y durante los últimos años en particular ha habido un incremento en el número y calidad tanto de auditorías de proyectos específicos como de evaluaciones generales del proceso de evaluación. Sin embargo, sólo en dos ejemplos aparentemente, -en dos estados australianos- se ha institucionalizado el requisito de una auditoría. En vista de la atención que actualmente se está dando al proceso, otras jurisdicciones pueden seguir ese ejemplo.

### 3. DEFINICIONES.

Se han utilizado muchos términos para referirse al reexamen de un proyecto y de su ambiente, cierto tiempo después de que una MIA ha sido hecha. La falta de una terminología comúnmente aceptada probablemente resulte de perseguir diversos propósitos (relacionados entre sí) y de la circulación limitada de muchos de los informes y publicaciones sobre el tema.

Los procesos a los cuales se les aplican términos como "monitoreo, auditorías y evaluación" están todos relacionados con el examen de fenómenos naturales, generalmente modificados por la intervención humana y todos tienen visos de vigilancia y de juicio. Son términos íntimamente ligados y es útil considerar su significado y uso en detalle.



El monitoreo es la base indispensable para auditorías y evaluaciones. Las auditorías son más conocidas en relación con la contabilidad financiera y es posible entender el término ya que puede ser usado en la gestión ambiental por analogía. Existen importantes diferencias entre las auditorías, las auditorías amplias y la evaluación de proyectos y/o programas.

1. Monitoreo es la medición repetitiva (Beanlandas y Dunker, 1983) o menos exactamente, las observaciones cualitativas repetitivas. El término monitoreo de base o monitoreo preproyecto puede aplicarse a la medición de variables ambientales durante un período representativo de la fase preproyecto, antes de que aparezcan alteraciones, para determinar el rango normal de variación del sistema. El término monitoreo de efectos, se usa para describir la medición periódica de variables ambientales y determinar los cambios atribuibles a la construcción y operación de los proyectos; puede subdividirse en monitoreo operacional o monitoreo postproyecto.

El monitoreo de cumplimiento o reglamentario y la vigilancia que se presentan durante las etapas operacional o de postproyecto están dirigidos a asegurar que se observen los reglamentos y que se cumpla con las normas.

2. Las auditorías son el examen en búsqueda de cuentas, aseguran que las historias financieras representen con exactitud la ejecución de una organización. En ese sentido una auditoría ambiental haría poco más que catalogar los efectos reales de un proyecto, o de otra manera, cotejan los resultados del monitoreo.
3. Una auditoría amplia va un paso adelante de una normal. Pregunta si existen los procedimientos adecuados para llevar a cabo el mandato de la organización. También examina el cumplimiento de esos procedimientos. Se le pueden dar interpretaciones estrechas o amplias a las pruebas de adecuación, oportunidad y cumplimiento, dejando un lugar para la creatividad en la definición del material inherente. con respecto a organizaciones, las auditorías amplias pueden

examinar cuestiones de personal, sistemas de adquisiciones y aún prácticas para el manejo de registros.

4. Una auditoría ambiental completa o auditoría postdesarrollo, el término usado por Rigby (1985) relacionaría los efectos reales de un proyecto con los efectos predichos del mismo y cualesquiera medidas de mitigación que se hubiesen aplicado. Sobre la base de la evidencia científica, definiría y analizaría las causas de la variación entre lo real y lo esperado. El sujeto de la auditoría es tanto el proyecto como la EIA. Una auditoría debe estar, tanto como sea posible, libre de juicios de valor. Las auditorías pueden ser eventos aislados o periódicos.
5. La evaluación está enfocada primordialmente a cuestiones de efectividad. Así como el desarrollo de la contabilidad financiera, pregunta si los procedimientos examinados por el auditor han logrado los objetivos fijados por el que fija políticas. Contempla todos los resultados de un programa o proyecto y los compara con las metas previamente definidas por la política. En ese sentido, la evaluación desarrolla un análisis causal de la efectividad del programa. Su propósito es investigar qué pasó y por qué, y proporcionar la base para el juicio sobre lo deseable de los resultados. Si está bien hecha, debiera delinear los cambios que lograrían resultados más armónicos con las metas de la política.
6. Una evaluación ambiental o evaluación posterior, término usado por O'Riordan (1971), interpretaría los resultados de una auditoría amplia con referencia a los objetivos del proyecto y/o de la evaluación. Tomando en cuenta los resultados de la auditoría y sobre la base de consultas públicas, reexaminaría y quizá redefiniría los valores atribuidos a elementos del ambiente, a estructuras sociales y a su funcionamiento en el momento de la aprobación del proyecto, y al resultado esperado del proyecto. Una evaluación se lleva a cabo bajo la luz de la política y puede resultar en una posterior evolución de la política. Está basada en más que evidencia científica, aunque puede estar limitada por la disponibilidad de esta evidencia. No está libre de valor.

las evaluaciones también pueden ser eventos aislados o periódicos.

#### 4. OBJETIVOS.

El propósito de una auditoría (y de una evaluación) es aprender de la experiencia. las auditorías debieran aclarar los siguientes puntos:

- la exactitud de la MIA como pronósticos de las consecuencias ambientales de un proyecto.
- la efectividad de los procedimientos recomendados para mitigación de los efectos adversos de los proyectos.
- la utilidad de los regimenes y técnicas recomendados para monitoreo y vigilancia.
- la efectividad de procedimientos para el manejo ambiental de proyectos.

La evaluación, siendo un proceso más integral, debiera extender la utilidad del examen de esta experiencia hasta el nivel de la política.

Las características precisas y la metodología para una auditoría de MIA debe, por supuesto, estar relacionada a la estructura y características de la MIA misma y a la disponibilidad de información relevante. Si la información de base está incompleta o inadecuada y si la MIA carece de precisión, la auditoría será difícil de llevar a cabo y sus resultados probablemente serán poco satisfactorios. Si, tomando en consideración el alcance de una auditoría, surge evidencia de que su MIA no proporciona una base útil para una auditoría, tendrá poco o ningún caso el proseguir más adelante.

En el futuro, las auditorías deberán llevarse a cabo como un aspecto normal de manejo a largo plazo de todos los proyectos de desarrollo. Esto podrá facilitarse si las guías para MIA incluyen orientación para conducir las de manera que posteriormente se pudiesen auditar fácilmente.

## 5. TIPOS DE AUDITORIA.

Existen varios tipos de auditoría que se han venido realizando o que se han propuesto en relación a la MIA, dentro de las cuales se destacan las siguientes:

- de procedimientos de la MIA.
- de borrador de declaraciones de impacto ambiental.
- de implementación.
- de desempeño o reglamentaria.
- de predicción de impacto.

### 1. Auditoría del Procedimiento de la MIA.

Uno de los objetivos de la MIA ha sido el asegurar que las consecuencias ambientales y sociales de un proyecto o acción propuestos reciban la debida atención en el proceso de toma de decisiones, de manera que las decisiones no se tomen sobre las bases de apreciación técnica o económica únicamente. La meta principal de una MIA es proporcionar una evaluación integral de las consecuencias lógicas de un desarrollo propuesto, para el uso de quienes toman la decisión. Poco se ha escrito sobre la ejecución completa de una MIA en términos de su habilidad para proporcionar información confiable de hechos a quienes toman la decisión. Los procedimientos de una MIA evolucionan a través del tiempo, las modificaciones al proceso quizás hayan tenido más que ver con la influencia de diversos grupos de intereses que con la revisión objetiva de las debilidades y las fallas de la misma. Un examen sistemático de los procedimientos de la MIA podría ser más productivo. Los siguientes aspectos pueden ser estudiados: los términos de referencia para las MIA; la disponibilidad de información ambiental; la operación de la agencia de MIA; las restricciones en pro-

cedimientos de desarrollo; y la influencia de una declaración de impacto ambiental (DIA) sobre el proceso de toma de decisiones.

2. Auditoría de Borrador de Declaración de Impacto Ambiental.

Los conceptos de una auditoría, aplicados a borradores de una DIA, representan una opinión independiente sobre las implicaciones ambientales de un proyecto en su etapa previa de autorización. Dentro de este concepto, la DIA es examinada para determinar qué tan completa es, con relación a los objetivos y términos de referencia establecidos por una autoridad competente.

3. Auditoría de Implementación.

La auditoría de implementación representa una actividad realizada por una agencia reglamentaria que debe asegurar que la planta y maquinaria autorizadas se instalen y operen adecuadamente. Estas auditorías tienen esencialmente la función de policía de proyectos, para asegurar que cualquier medida de mitigación recomendada en una MIA, se cumpla, por ejemplo, que los equipos de control de contaminación sean instalados.

4. Auditoría de Desempeño o Reglamentaria.

La auditoría de desempeño o reglamentaria es una actividad que ayuda a determinar el grado de cumplimiento y el rendimiento ambiental de las instalaciones en operación. Este tipo de auditoría puede ser considerada como una extensión natural del proceso de MIA.

En general estas auditorías se usan como un mecanismo para identificar temas de interés o de preocupación ambiental, para establecer metas ambientales y para implementar acciones. Particularmente a través de la concientización ambiental entre el nivel gerencial y la fuerza de trabajo.

Algunas agencias gubernamentales están estableciendo programas de auditoria de rendimiento cuyo trabajo consiste en:

- Revisión y análisis de las evaluaciones ambientales (existentes y en proceso) y de los estudios realizados por firmas de consultores y agencias del gobierno.

- Identificación de las leyes ambientales y reglamentos existentes, aplicables específicamente a cada instalación.

- Conducción de auditorias en instalaciones incluyendo visitas y entrevistas con el personal apropiado.

- Preparación de un informe tipo ejecutivo acerca del cumplimiento ambiental.

Los programas a los que se harán auditorias en las instalaciones incluyen, pero no se limitan a control de contaminación del aire, del agua y prevención de derrames; disposición de desechos sólidos y peligrosos; manejo de plaguicidas; transporte de sustancias peligrosas; planes de emergencia y control de derrames; y control de sustancias tóxicas.

##### 5. Auditorias de Predicción de Impactos.

Las auditorias de predicción de impacto son diseñadas para identificar y cuantificar los cambios ambientales que se presentan como consecuencia de un proyecto. Su objetivo es evaluar la exactitud y utilidad de las técnicas de predicción utilizadas en una DIA, comparando las consecuencias reales con las consecuencias ambientales predichas en un proyecto. El uso de esta información permite mejorar las futuras predicciones de impacto para proyectos similares.

## 6. PROGRAMACION DE LA AUDITORIA.

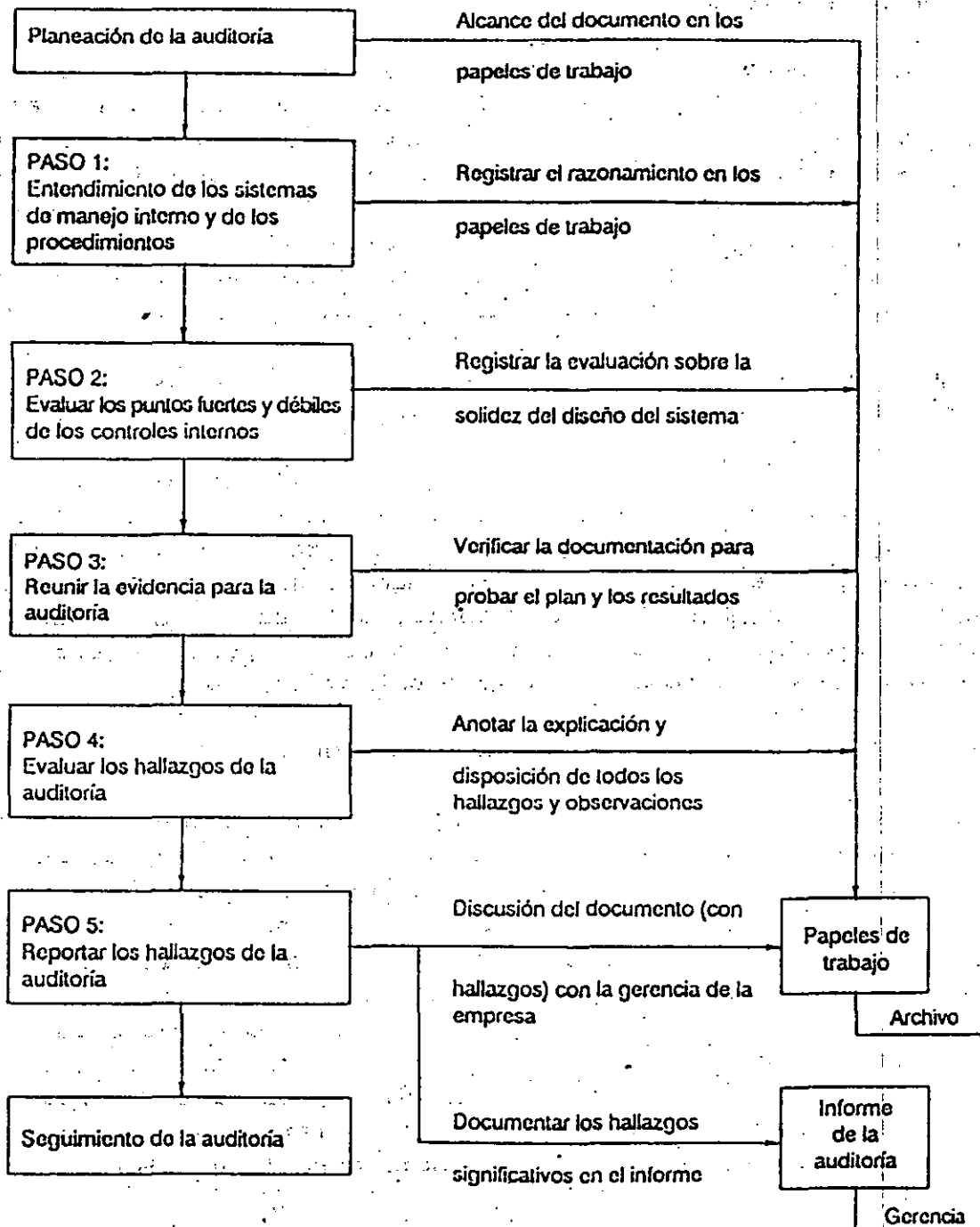
Muchas corporaciones y agencias gubernamentales, en varios países, han establecido programas para hacer auditorías en el comportamiento de las actividades ambientales y han llegado a considerar a las auditorías ambientales como poderosos instrumentos de administración y manejo de proyectos.

La figura 1, representa un modelo simplificado de un programa básico de auditoría (Arthur D. Little, Inc., 1984). El programa debe involucrar tanto el planeamiento de la auditoría como su seguimiento. El proceso de auditoría ambiental normalmente empieza con un número de actividades previas a la auditoría real in situ. Algunas compañías o agencias hacen auditorías a sus instalaciones en un ciclo repetitivo (e.g. anualmente o cada 2 años). En compañías o agencias que no hacen auditorías a todas sus instalaciones en un ciclo repetitivo específico. Las instalaciones a las que se harán auditorías deberán ser seleccionadas y programadas. Los arreglos iniciales relacionados con la auditoría de una instalación incluyen: la programación de la visita, la selección del personal que hará la auditoría de la reunión y revisión de la información básica de apoyo. Los 5 pasos claves de la auditoría misma son como sigue: (Arthur D. Little, Inc., 1984).

### 1. Comprensión de los Sistemas Administrativos Internos y Procedimientos.

La mayoría de las auditorías empiezan a desarrollar un entendimiento práctico de cómo se manejan en la instalación las actividades que pueden afectar el rendimiento ambiental. Esto normalmente incluye al llegar a entender los procesos, los controles internos, (tanto administrativos como técnicos) la organización y responsabilidades en la planta, los parámetros de cumplimiento y otros requisitos aplicables, así como cualquier otro problema, pasado o presente. Este paso permite a los miembros del equipo entender las acciones que se intenta tomar dentro de la organización para apoyar la reglamentación y dirigir sus actividades.

**Figura 1  
PASOS EN EL PROCESO DE LA AUDITORIA AMBIENTAL**



Arthur D. Little, INC., 1984



## 2. Evaluación de las fuerzas y las debilidades de los controles internos.

Después de entender claramente, cómo se intenta manejar el cumplimiento y rendimiento de los diversos aspectos ambientales, los auditores evaluarán la solidez de los sistemas administrativos y los procedimientos para determinar si la instalación está funcionando y logrará el rendimiento deseado. Al evaluar los pros y contras de los controles internos, los auditores normalmente buscan aquellos indicadores tales como responsabilidades claramente definidas, un sistema adecuado de autorizaciones, personal capacitado, documentación y verificación interna. Es mucho más sencillo identificar las debilidades significativas en los controles internos que determinar su situación. Cada uno de estos indicadores normalmente requiere un juicio determinante de parte del auditor, ya que no existen normas ampliamente aceptadas que un auditor pueda utilizar como guía de lo que sería aceptable dentro de un control interno. Por lo tanto, muchos auditores buscan los objetivos del programa de auditoría, así como la filosofía ambiental básica de la documentación o de la agencia, como un guía de lo que es un control interno satisfactorio.

## 3. Reunión de la evidencia para una auditoría.

La evidencia de la auditoría constituye la base sobre la cual el personal determina el cumplimiento de leyes, reglamentos, políticas corporativas y/o otras normas. La evidencia se reúne de diversas maneras, incluyendo revisión de registros, examen de los datos disponibles y entrevistas con el personal de las instalaciones. Son relativamente pocas las compañías o agencias que realmente toman muestras y analizan las emisiones o los efluentes como una tarea regular en sus auditorías. Muchas compañías o agencias esbozan o describen sus procedimientos de auditoría con algún tipo de protocolo, cuestionario y/o listado para guiar al auditor en la recolección de la evidencia para la auditoría.

#### 4. Evaluación de los hallazgos de la auditoría.

Una vez que se completa la reunión de evidencia, los hallazgos y observaciones de la auditoría son evaluados. La evidencia se revisa en términos de metas del programa, para determinar si los objetivos de la auditoría se alcanzaron, como la importancia de sus hallazgos. Mientras los auditores normalmente realizan evaluaciones preliminares de sus observaciones a lo largo de la auditoría, la mayoría de los equipos de auditoría dedican unas pocas horas al final de la auditoría para discutir en grupo, evaluar y resumir estos hallazgos tentativos.

#### 5. Informe de los hallazgos para la auditoría.

El proceso de informe se inicia normalmente con una reunión final entre el equipo de auditoría y el personal de las instalaciones. Durante esta reunión el equipo de auditoría comunica las observaciones y hallazgos notados durante la auditoría. Los hallazgos se esclarecen entonces y se discute su última disposición. Muchas compañías o agencias preparan un informe por escrito. En la mayor parte de los casos, los propósitos de este informe son proporcionar mayor información a la gerencia acerca del estado de cumplimiento; iniciar las acciones correctivas y documentarles como se condujo la auditoría, cuál fue su cobertura y qué se encontró. Los informes generalmente contienen una introducción o sección de información básica que incluye los propósitos y alcance de la auditoría e identificar al titular del equipo de auditoría, a los miembros y a otros participantes claves. La mayor parte de los informes de auditoría incluyen secciones sobre el cumplimiento general de las instalaciones conforme a los reglamentos, así como con las políticas y procedimientos de la corporación. Algunos identifican todas las operaciones aplicables en las instalaciones, así como una descripción detallada de éstas y su historia, su impresión sobre la habilidad administrativa para manejar crisis ambientales y/o recomendaciones y planes de acción.

El seguimiento de la auditoría debiera incluir procedimientos para responder al informe de la auditoría. El proceso de planificación de acciones se inicia al identificar los hallazgos de la auditoría. Puede incluir la asignación de responsabilidades para

acciones correctivas, la determinación de soluciones potenciales y la preparación de recomendaciones para corregir cualquier deficiencia detectada en el informe y el establecimiento de un diagrama cronológico. Las respuestas al informe de una auditoría son preparadas normalmente por el administración del programa de auditoría para su revisión (Arthur D. Little, Inc., 1984). Estos planes de acción son vigilados normalmente por un individuo con responsabilidad para seguimiento, un administrador operativo, asuntos ambientales, o en unos pocos casos, los auditores. En la mayor parte de los casos, el seguimiento involucra una encuesta escrita u oral del estado de la acción planeada. En aquellas compañías o agencias a cuyas instalaciones se hacen auditorías en forma repetitiva, dentro de un tiempo específico, el auditor o el administrador del programa de auditoría, se encuentra normalmente involucrado de manera directa con el seguimiento de los planes de acción. Cuando un equipo de auditoría difícilmente regresa a las instalaciones por algún tiempo, la administración operativa o la sección de asuntos ambientales normalmente asume la responsabilidad por el seguimiento.

#### REFERENCIAS.

1. CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT RESEARCH COUNCIL. Learning from experience: A state - of - the - art review and evaluation of environmental impact assessment audits. CEARC. 1986.
2. Canter, L. W. Impact prediction auditing. Trabajo presentado en: Reunión Anual de la Asociación Internacional de Evaluación Ambiental, Nueva York, May 24-75, 1984.

#### REFERENCIAS BASICAS.

1. BEANLANDS, G.E. "Baseline studies in EIA". In: REgional Workshop on the Health and Environmental Impact Assessment of Development Projects, ECO, México. Apr. 14-18, 1986. 10 p.
2. BEANLANDS, G.E. "Description of the Economical and Social Development Projects. In: Regional Workshop on the Health and Environmental Impact Assessment of Development Projects. ECO, México. Apr. 14-19, 1986 25 p.
3. CANTER, Larry W.1 Environmental Health Impact Assessment. Metepec, Estado de México: ECO, 1986, 509 P.
4. CLARK, Brian D. Perspectives on environmental impact assessment. Nethearlands: D. Reidel, c1984. 535 p.
5. ENVIRONMENTAL RESOURCES LIMITES. Final report on methodologies, scoping and guidelines. London: ERL, c1981. 3 v. Millieu-effect rapportage; 2-4.
6. ESPAÑA. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO. DIRECCION GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE. Curso sobre evaluaciones del impacto ambiental. 2a. ed. Madrid: La dirección, 1984, 225 p.

7. INSTITUTO LATINOAMERICANO DE PLANIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL. Guia para la presentación de proyectos. México: Siglo Veintiuno, 1977. 230 p.
8. MUNN. R.E. Environmental impact assessment: principles and procedures, 2nd, ed. Chichester (G.B.): John Wiley and Sons, 1979, 189 p. SCOPE; No. 5.
9. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Guidelines for assessing environmental impact and environmental criteria for the siting of industry. Paris: UNEP, c1980. 106 p. UNEP Industry & Environment Guidelines Series; v.1.
10. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Selected techniques for environmental management: training manual. Geneva: WHO, 1983. 97 p.
11. WORLD HEALTH ORGANIZATION. REGIONAL OFFICE FOR EUROPE. Environmental Health impact assessment of urban development projects. Geneva: WHO, 1985. 189 p.
12. WORLD HEALTH ORGANIZATION. REGIONAL OFFICE FOR EUROPE. Environmental health impact assesment of irrigated agricultural development projects. Geneva: WHO, 1983. 186 p.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**CAPITULO II  
MARCO LEGAL (ANEXO)**

**M. EN I. CARLOS MENENDEZ MARTINEZ**

**SEPTIEMBRE - 1992**

## CASO ESTUDIO

### PROYECTO TURISTICO COSTERO

#### I. DESCRIPCION DEL PROYECTO

##### I.1 Características generales

El Proyecto Mayaluum trata de la realización de un plan integral de urbanización con carácter turístico y residencial de alto nivel en la región caribeña del Estado de Quintana Roo, sobre el Corredor Turístico Cancún-Tulum. Este Corredor Turístico está planeado como un lugar destinado al establecimiento de desarrollos de alta calidad para atraer principalmente a turistas extranjeros.

El objetivo del Proyecto Mayaluum es la construcción de un desarrollo con clasificación de "Gran Turismo", constituido por tres hoteles o condohoteles con 1,200 cuartos en total, dos campos de golf de 18 hoyos cada uno, seis unidades residenciales con vista al campo de golf y al mar, y una marina. El predio que ocupará el proyecto tiene una superficie total de 649.7 hectáreas, divididas en dos parcelas, situadas al este y oeste de la Carretera Federal No. 307. Geográficamente se localiza entre los paralelos 20°40'20" y 20°42'40" de latitud norte y los meridianos 87°01'00" y 87°03'00" de longitud este. La parcela del este tiene un área de 237.7 ha y la del oeste 412.0 ha. Del área total del predio, sólo serán desarrolladas 327 ha (50.33%), de las cuales, 193.1 hectáreas (59%) serán elementos de espacio abierto, incluyendo los campos de golf, marina, lagos, lagunas y áreas de amortiguamiento jardinadas.

Como se muestra en la Figura I.1, el Plan Maestro considera los siguientes usos del suelo en todo el desarrollo (Cuadro I.1):

**Parcela oeste.** Selva, campo de golf de 18 hoyos, segunda Casa Club, observatorio de la naturaleza, comercial en carretera, viviendas para ejecutivos, centro ecuestre, vialidad interna, servicios principales, planta de servicios, vivero, y laguna de agua dulce.

**Parcela este.** Hotel de convenciones, hotel familiar o condohotel, hotel boutique o condohotel, plaza de llegada, club de golf, centro de ventas, club de tenis y spa, club de playa, comercial en carretera, comercial y residencial de la marina, residencial

de la marina, residencial de la laguna, residencial del golf, residencial de la playa, lotes unifamiliares, marina, laguna del manglar, laguna de agua dulce, playa duna, reserva de manglar, bosque, reserva forestal y jardín de plantas nativas, campo de golf de 18 hoyos, jardín de amortiguamiento, y vialidad interna.

## **I.2 Propiedades aledañas**

Existen predios propiedad de particulares en la vecindad de Mayalum, pero la única propiedad desarrollada aledaña al predio es el sitio turístico conocido como Villas Capitán Lafitte, que se localiza en Punta Bete, al sur de Mayalum.

## **I.3 Criterios considerados para la selección del sitio**

En la región del Estado de Quintana Roo donde se desarrollará el proyecto, existen recursos costeros que tienen un gran valor recreativo. Tal es el caso de sus extensas playas, los diversos ambientes acuáticos donde se realizan actividades de pesca deportiva y navegación, o las zonas arrecifales, que brindan un atractivo único para realizar actividades de buceo. Por otra parte, los sistemas espeleológicos de la Península de Yucatán pueden considerarse entre las maravillas más sobresalientes del hemisferio occidental, y tal vez del mundo entero, con razón de su belleza, estructuras y formaciones únicas. El clima de la región, así mismo, es privilegiado. Además de lo anterior, existen en la entidad o en sus cercanías numerosos vestigios arqueológicos de la cultura maya, como Cobá, Tulum y Chichén-Itza.

De la misma forma, el hecho de contar con la cercanía de la ciudad de Cancún y de su potencial turístico, además de los diversos desarrollos en la isla de Cozumel e Isla Mujeres, proveerá al Proyecto Mayalum del apoyo en infraestructura hotelera y de visitantes potenciales. Asimismo, el centro urbano de Playa del Carmen ofrecerá apoyo para el elemento humano que los puestos de trabajo generados en Mayalum irán requiriendo.

Dentro de los aspectos considerados para la selección del sitio, otro factor de suma importancia es el relativo a las facilidades de comunicación. El sitio del Proyecto Mayalum está comunicado por vía terrestre mediante la Carretera Federal No. 307, que enlaza las ciudades de Cancún, Felipe Carrillo Puerto y Chetumal; la Carretera Federal No. 180, que enlaza a las ciudades de Mérida y Cancún y la estatal que comunica a las poblaciones de Nuevo X-Can-Cobá-Tulum, así como algunos caminos de terracería que dan acceso a las principales poblaciones de la región.



En cuanto a vías aéreas, la zona se vincula a la Red Nacional e Internacional de Comunicación, a través de los aeropuertos internacionales ubicados en las ciudades de Cancún y Cozumel; asimismo, se cuenta con aeropistas rurales en Playa del Carmen, Tulum y otras poblaciones importantes con vuelos regulares todo el año. El aeropuerto internacional de Cancún, localizado a aproximadamente 45 km del sitio del proyecto, es uno de los principales elementos para el éxito del proyecto, ya que será el principal medio de transporte de los turistas, tanto nacionales como extranjeros. A este respecto, los criterios internacionales sobre los distintos tipos de turismo consideran que el turista potencial que se pretende captar exige del lugar de destino la cercanía con el aeropuerto, de manera que pueda llegar en un máximo de 45 minutos de traslado por vía terrestre; en consecuencia, el sitio del proyecto cumple con esta condición.

Por otra parte, el hecho de que el proyecto se localice a 40 km del principal centro turístico, hará del desarrollo una atracción mutua entre los turistas que se estén hospedando en Cancún, para visitar las instalaciones de Mayaluum y de los turistas en Mayaluum, para poder contar con los servicios que ofrece Cancún.

Por vía marítima se cuenta con la empresa Servicios Marítimos y Portuarios de Quintana Roo, que proporciona el servicio de transbordadores con salidas diarias que comunican las ciudades y poblaciones de Cancún e Isla Mujeres, Punta Sam e Isla Mujeres; Puerto Morelos y Cozumel; Playa del Carmen y Cozumel, con tiempo de recorrido aproximado de 30 a 60 minutos.

Desde el punto de vista ambiental, al seleccionar el sitio del Proyecto Mayaluum se consideraron no sólo sus cualidades de atractivos paisajísticos y escénicos, sino también la posibilidad de que, desde la etapa de selección del sitio, se reduzcan al máximo los impactos ocasionados al medio natural.

El sitio fue seleccionado por presentarse en él diversas áreas que se encuentran muy perturbadas por actividades humanas en las cuales pueden ubicarse las principales estructuras del Proyecto Mayaluum. Además, cerca de la costa del sitio seleccionado, se interrumpe la barrera relativamente continua de arrecifes que se extiende paralela a la mayor parte de la línea costera de la Península de Yucatán, lo cual constituye una condición adecuada para la viabilidad de la construcción del canal de entrada a la marina propuesta.

El sitio del proyecto no es prístino o virgen; parte de la selva fue desmontada en diversas épocas con el propósito de convertir los terrenos en pastizales para la crianza de ganado.

En la playa se han construido diversas casas e instalaciones turísticas que no cuentan con servicios sanitarios adecuados para la disposición de las aguas residuales; la playa fue nivelada mecánicamente y luego afectada por el huracán Gilberto, en septiembre de 1988. Este huracán dañó o destruyó la mayor parte de la vegetación que se encontraba en las depresiones y una parte de la selva que se ubica en los lomeríos. Casi toda la vegetación inundada fue destruida por completo.

#### **I.4 Programa general de trabajo**

En la Figura I.2 se muestra el Programa General de Trabajo del Proyecto Mayalum. El programa está dividido en cinco fases (estudios generales, proyecto ejecutivo, preparación del sitio y construcción, promoción del proyecto y operación), y abarca ocho años, a partir de 1991.

#### **I.5 Preparación del sitio y construcción**

##### **I.5.1 Descripción de la etapa**

La construcción de las unidades hoteleras y demás unidades de servicio de infraestructura y facilidades deportivas, requerirán el desmonte y despalme parcial de una superficie aproximada de 281.1 hectáreas (Cuadro I.2).

El material producto del desmonte y despalme (particularmente la turba) que se efectúe en el área de estudio, será acarreado fuera de las zonas de trabajo, y se extenderá para que, por la acción del sol, pierda humedad. Posteriormente, este material se utilizará para relleno como tierra vegetal en las áreas verdes y los campos de golf. El material de excavación (sascab y roca), se empleará para rellenos, bases de caminos, plataformas de hoteles, etcétera.

Entre las principales áreas que serán excavadas, se encuentran las correspondientes a la marina (canal de acceso y vaso), las lagunas, y las zonas donde se desplantarán las unidades hoteleras y residenciales. El Cuadro I.3 muestra la cuantificación de los volúmenes que serán excavados y la comparación porcentual de los mismos.

## **Marina**

La marina se localizará en la esquina suroeste del sitio del proyecto, ubicada dentro de una porción cubierta por manglar que fue severamente dañado por el huracán Gilberto en septiembre de 1988. La marina propuesta estará localizada totalmente tierra adentro de la barrera de playa y requerirá un canal de acceso a través de la playa y duna con el fin de conectarse al mar. El canal de navegación será excavado en una longitud aproximada de 250 metros desde la línea de costa y la isobata de 3.5 m del nivel medio del mar.

La localización de la marina en el predio fue determinada por las siguientes razones: La zona del manglar está seriamente dañada, la isobata de los cinco metros está relativamente cercana a la costa, el sitio se encuentra cerca del extremo de la célula litoral que se extiende a lo largo de la línea de costa desde Punta Bete hacia el norte por aproximadamente cuatro kilómetros, se puede alcanzar el acceso directo a aguas profundas sin interferir con el sistema de arrecifes.

El vaso de la marina será de 8.60 hectáreas de superficie con una profundidad de tres metros (profundidad media baja del mar), con perímetro estabilizado por un malecón. La dársena requerirá una excavación aproximada de 172,000 metros cúbicos de roca y 86,000 metros cúbicos de arcillas y suelo orgánico.

El canal de entrada a través de la playa y duna consistirá en un perímetro armado. El volumen de excavación estimado es de 24,500 metros cúbicos de roca y suelo orgánico y 12,260 metros cúbicos de arena.

Se construirán dos escolleras de roca para estabilizar la línea de costa y prevenir el cierre del canal de acceso, debido al transporte de sedimentos.

Un canal de navegación de aproximadamente 250 metros de largo que se extenderá hasta la isobata de los 3.5 metros. El volumen de excavación estimado es de 28,050 metros cúbicos, bajo la isobata de 0.0 metros.

## **Lagunas**

Las lagunas abarcarán una superficie aproximada de 281,000 m<sup>2</sup>. También se realizarán islotes de relleno rocoso en algunas áreas del manglar perturbado, con el fin de desplantar las unidades habitacionales y hoteleras.

En el diseño de las lagunas se consideró su extensión y profundidad, para que exista un balance de material entre los cortes y los rellenos a realizar; con este fin, se ha fijado la profundidad de las lagunas en 1.25 metros con respecto al nivel final del terreno, con lo cual se interceptarán los flujos de agua subterránea.

### **Campos de golf**

Se estima que un 70% de la superficie de los campos de golf sea deshierbada para su construcción (aproximadamente 34.09 hectáreas del campo en la parcela oeste y 35.7 hectáreas del predio este). Aquellas zonas de los dos campos de golf cuya pendiente no sea la óptima tanto para el fin del mismo como para el drenaje superficial, serán rellenadas con el material producto de las excavaciones que se realicen en otras partes del predio. Asimismo, se cubrirán los "greens", "fairways" y "tees" con el material orgánico producto del desmonte y excavación de los manglares, para su posterior reforestación con los pastos adecuados al campo. En este sentido y con base en las experiencias de construcción de otros países, para un campo de 18 hoyos, en un terreno relativamente plano, se necesitarán 150,000 m<sup>3</sup> de tierra, aproximadamente, para la formación de suelo con vegetación propia de un campo de golf.

La construcción de ambos campos de golf involucrará básicamente un delineado, un zanjeado lateral para drenaje, gravas por capas y arena. Se terminaría con una mezcla de suelo y turba para los greens. Las arenas utilizadas serán producto de la excavación de la marina.

Dentro de los campos de golf habrán lagunas pero de pequeñas dimensiones, las cuales serán diseñadas para permitir la recolección de aguas pluviales.

#### **I.5.2 Recursos humanos requeridos, calendario de ocupación, especialización, tiempo de trabajo, procedencia**

Los recursos humanos requeridos para la etapa de preparación del sitio y construcción se concentrarán, principalmente, en los frentes de trabajo. De acuerdo con el Programa General de Trabajo, se necesitarán 5,717 personas en todos los frentes, siendo de mayor proporción para la construcción de hoteles, viviendas y zonas comerciales.

En el Cuadro I.4 se muestra la relación de cantidad de personal requerido durante la preparación del sitio y construcción del Desarrollo Mayalum, tiempo de ocupación, especialización y procedencia.

### **I.5.3 Obras provisionales**

No se construirán campamentos en el sitio del proyecto, ya que se acordó entre los desarrolladores del proyecto y los Gobiernos Estatal y Municipal que se proporcionará alojamiento a los trabajadores en la localidad de Playa del Carmen, como apoyo al programa de vivienda. Se estima que la capacidad de dicho alojamiento sea de 2,781 personas, para lo cual se construirán las viviendas necesarias.

Las obras de apoyo, dentro del predio, darán servicio al personal técnico y obrero. Dentro de este tipo de instalaciones se contará con oficinas, almacenes, talleres, comedores, servicios generales de asistencia médica y áreas de laboratorio (concreto y geología).

Estas obras de apoyo contarán con los servicios de energía eléctrica, agua potable, sistema temporal de recolección de aguas residuales con letrinas transportables y recolección de residuos sólidos.

La mayor parte del material que se empleará en las obras de apoyo será de tipo desmontable y constará de muros y techumbres de block y lámina, a excepción de los muros húmedos que serán de cemento pulido. En las construcciones cuyas dimensiones sean considerables, se contará con estructuras metálicas y recubrimientos, tanto en muros como en techos.

El abastecimiento de los materiales utilizados en las obras de apoyo será principalmente por vía terrestre y provendrán de Cancún y de bodegas en México, Distrito Federal.

Después de terminados los trabajos de la primera etapa del proyecto, el desmantelamiento de los servicios de apoyo se realizará en forma definitiva, es decir, no habrá obras de apoyo con carácter definitivo para la operación del proyecto. Sólo los caminos podrán considerarse como obras definitivas.

#### **I.5.4 Relación de equipo. Programa de uso, tipo y cantidad de maquinaria, tiempo de ocupación por unidad de tiempo**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se utilizará equipo de excavación, como: cargadores frontales, dragas, retroexcavadoras, etcétera. Esta maquinaria será operada por personal calificado. En el Cuadro I.5 se muestra la relación del equipo a utilizar durante la preparación del sitio y construcción de la obra, así como el tiempo de ocupación.

#### **I.5.5 Material empleado**

El tipo de material que se empleará en la obra incluye los materiales típicos de construcción, como son: arena, grava, cemento, cal, acero de refuerzo y estructural, madera para cimbra y de construcción, etc. La cantidad, procedencia y forma de traslado de estos materiales están referidos en el Cuadro I.8.

#### **I.5.6 Bancos de material**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra no se prevé la explotación de bancos de material, ya que los requeridos para los rellenos provendrán de las excavaciones de la marina y lagunas. El material que se utilizará para el relleno de las superficies donde se desplantarán los hoteles o condohoteles, centros comerciales y residenciales en la zona del manglar se adquirirán de alguna empresa autorizada que los comercialice. De la misma forma, los materiales de construcción, como: mortero, cemento, grava y arena serán adquiridos en los bancos explotados comercialmente en la zona y de casas de materiales de construcción.

#### **I.5.7 Uso de explosivos**

No se prevee el uso de explosivos en la etapa de preparación del sitio, principalmente en la excavación del vaso de la marina y de las lagunas.

#### **I.5.8 Energía eléctrica**

Los requerimientos de energía eléctrica durante la construcción son:

Primera etapa.- Comprende únicamente el consumo de energía eléctrica para talleres, bodegas, oficinas y alumbrado exterior. La carga instalada será de 300 kW.

Segunda etapa.- Comprende únicamente el consumo de energía eléctrica para alumbrado exterior, compresores, planta de concreto y planta de asfalto. La carga instalada será de 450 kW.

Tercera y cuarta etapa.- Comprenden el consumo de energía eléctrica para grúas, cortadoras, dobladoras y bombas. La carga instalada será de 3 unidades de 400 kW cada una, para la tercer etapa y, para la cuarta, otra unidad de 500 kW.

La energía eléctrica requerida provendrá de la línea de transmisión aérea de 34 kv, a través de una línea de 13.8 kv, hasta llegar a la subestación. Esta subestación contará con cuatro derivadas de 500 kW cada una.

El consumo promedio semanal de energía eléctrica durante la preparación del sitio y construcción será de 735 kw/hora.

Por otra parte, para el servicio de energía eléctrica se contará con un respaldo de dos plantas de emergencia utilizando diesel como combustible y con un consumo de combustible de 92 l/h.

No habrá recipientes dentro del predio para almacenar el combustible de las plantas de emergencia. El suministro se realizará por medio de un camión cisterna que diariamente estará recorriendo los frentes de trabajo y proporcionando el combustible a los equipos que lo requieran.

#### **I.5.9 Combustibles**

La gasolina y diesel que serán utilizados por la maquinaria y equipo de construcción como tractores, generadores, dragas, camiones y grúas, entre otros, se obtendrán de las instalaciones de PEMEX en la ciudad de Cancún y se transportarán y distribuirán al y en el predio por medio de camiones pipa. No se almacenarán grandes volúmenes de combustibles, sino sólo los necesarios para la operación diaria.

La demanda de combustible por parte del equipo de construcción se espera que sea de 700,000 litros mensuales de diesel, aproximadamente, según los consumos y especificaciones de los fabricantes.

### **I.5.10 Suministro de agua**

El abastecimiento de agua potable para su uso en los talleres y en los diferentes frentes de trabajo se realizará por medio de camiones pipa, que se traerán desde Cancún. El agua cruda que se utilizará para la compactación de terraplenes, preparación de concreto y demás necesidades se extraerá de las diferentes fuentes localizadas en todo el predio.

El almacenamiento del agua potable se realizará en tanques metálicos y cisternas de mampostería, que se localizarán en los frentes de trabajo, talleres y bodegas. Se espera que el consumo de agua potable sea aproximadamente de 200 metros cúbicos diariamente. Se demandará aproximadamente 473,000 metros cúbicos de agua cruda durante las fases de preparación del sitio y construcción.

### **I.5.11 Programa general de obra**

En la **Figura I.3** se presenta el Programa General de Obra. Este programa está dividido en cuatro fases, comprendiendo las etapas de preparación del sitio (30 meses), urbanización e infraestructura (48 meses), construcción de hoteles (60 meses) y la construcción de viviendas y zonas comerciales (48 meses). Se pretende que el proyecto esté terminado en un lapso de seis años.

## **I.6 Operación y mantenimiento**

### **I.6.1 Descripción de la administración general del desarrollo**

La administración general del Desarrollo Mayalum estará organizada por la Asociación de Propietarios de Bienes Raíces, siendo cada uno de los elementos del desarrollo un miembro con voto. Las Asociaciones de Subpropietarios estarán formadas por los propietarios de hoteles, actividades recreativas, actividades comerciales, residenciales y por los propietarios del club de playa.

El mantenimiento global del desarrollo estará a cargo del Departamento de Mantenimiento, perteneciente a la Asociación de Propietarios de Bienes Raíces. Este departamento deberá contratar o alquilar directamente para el mantenimiento y seguridad de los terrenos, amenidades y otros elementos definidos como comunes a la Asociación.

Cada Asociación de Propietarios deberá mantener y operar sus áreas comunes específicas dentro de los límites de propiedad establecidos.



Las operaciones hoteleras y/o comerciales serán una o más de las internacionalmente reconocidas compañías hoteleras, tales como Four Seasons, Hyatt International, Hoteles Marriot, CIGA, MELIA, o ACCOR.

#### **I.6.2 Recursos humanos que serán empleados, origen, especialización, número de personas**

Las estadísticas de empleo globales se detallan en el Cuadro I.7 y se describen a continuación en términos generales.

Un desarrollo de esta magnitud requerirá del talento de 4,000 personas de diferentes áreas profesionales y técnicas. Las operaciones hoteleras requerirán el empleo de administradores, oficinistas, contadores, ingenieros, arquitectos, personal de limpieza y mantenimiento, vigilantes y profesionales de alimentos. El desarrollo comercial empleará dependientes, cajeros y personal de almacén, entre otros. La parte residencial del desarrollo empleará ayuda doméstica asociada a jardinería, vigilantes, cocineros y niñeras.

Las amenidades deportivas de Mayaluum varían desde campos de golf hasta centros de tenis y una marina para 100 embarcaciones y actividades de playa. Estos componentes requerirán de administradores y trabajadores especializados. El campo de golf y el centro de tenis contarán con instructores profesionales, empleados de la Casa Club, dependientes de la tienda de deportes, personal del servicio de alimentos, personal de mantenimiento y conductores de carritos de golf, cuidadores del campo de golf y personal para la canchas de tenis. La marina de Mayaluum empleará un maestro de muelle, cargadores, servidores de combustible y personal de limpieza.

#### **I.6.3 Energía eléctrica**

El Cuadro I.8 muestra los requerimientos de energía eléctrica durante la operación del proyecto. El origen de esta energía eléctrica será la línea de CFE, con una capacidad de 34.5 kv que corre a lo largo de la carretera federal No. 307. El consumo diario aproximado de energía eléctrica será de 890 kW/hr.

#### **I.6.4 Combustibles**

Los tipos de combustibles que se requerirán durante la operación del proyecto son gasolina, diesel y gas L.P. Estos serán utilizados en la marina, las cocinas y calderas de los

hoteles y en las casas habitación. Dichos combustibles se obtendrán de Petróleos Mexicanos y de compañías gaseras locales. La forma de traslado hasta el sitio del proyecto será por medio de camiones cisterna y pipas de capacidad variable.

Se espera que en la marina se consuman 3,000 litros diarios de combustible a un 60% de ocupación, por lo que el almacenamiento de combustible dentro de la marina será de 5,000 litros para un 100% de ocupación diaria. En cuanto a las cocinas y calderas de los hoteles, se instalarán recipientes metálicos con las capacidades requeridas según su localización dentro del desarrollo.

#### **I.6.5 Suministro de agua**

El abastecimiento de agua potable que será consumida en las diferentes unidades hoteleras, se realizará por medio de un determinado número de pozos profundos, que resulte de los estudios geohidrológicos que se están llevando a cabo y de las recomendaciones de la CNA para este tipo de instalaciones.

El almacenamiento del agua se realizará en cisternas de mampostería.

Los volúmenes requeridos de agua potable se desglosan en el Cuadro I.9. Se estima que será necesario extraer un gasto de 90.32 l/s.

## II. DESCRIPCION DEL MEDIO AMBIENTE

### II.1 Factores físicos

#### II.1.1 Climatología

En la parte continental del municipio de Cozumel el clima se clasifica como cálido, subhúmedo con lluvias en verano y estiaje prolongado, cuya clave es AW1-AW2 según Köppen modificado por E. García.

La temperatura en la zona es en general homogénea, sin grandes variaciones durante el año, aunque los meses de abril a octubre se consideran los de mayor temperatura; el promedio anual es de 24.28 °C. En el verano la temperatura máxima oscila entre 32 y 34 °C, la mínima entre 24 y 26 °C y la temperatura media entre 28 y 30 °C. En invierno la temperatura máxima oscila entre 28 y 30 °C, la mínima entre 20 y 22 °C y la media entre 24 y 26 °C.

La humedad relativa promedio es de 85%, aproximadamente.

La precipitación media anual es de 1,230 mm; un alto porcentaje de la lluvia se concentra en los meses de junio a septiembre, se presentan lluvias ocasionales en invierno y escasas en abril y mayo. Las precipitaciones de verano se deben a los fenómenos convectivos y a los ciclones, mientras que las de invierno son consecuencia de los nortes.

Considerando el comportamiento de los parámetros mencionados, puede anotarse que la temporada regular de estiaje se presenta de noviembre a abril, lo cual tiene un efecto sobre el comportamiento del acuífero en lo que se refiere a la carga piezométrica de los niveles de agua subterránea y, por ende, en el espesor de agua dulce factible de captarse; su efecto se deja sentir en la posición de la interfase salina en las zonas cercanas a la costa, ya que al ser época de menor carga hidráulica, la cuña de agua salada se interna en una franja mayor a lo largo de la costa.

En promedio se han registrado 109 días/año con nublados cerrados y 218 días/año despejados.

Los vientos dominantes de la isla de Cozumel son del este y sureste con una velocidad promedio anual de 16.2 km/h (4.5 m/s), variando en su dirección e intensidad al paso de algún fenómeno meteorológico ya sea de origen tropical o polar. En el

primer caso se presentan ondas del este, depresiones o tormentas tropicales y huracanes durante los meses de mayo a octubre, siendo septiembre el mes más crítico. Los sistemas de origen polar tales como cuñas de alta presión y frentes fríos ocurren durante los meses de noviembre a marzo; estos últimos sistemas afectan de manera ocasional y en menor intensidad las condiciones meteorológicas de la isla. Asimismo, durante febrero, marzo y abril se registran los vientos con velocidades promedio de 20 a 30 km/h y rachas de hasta 55 km/h.

En la zona de estudio, las condiciones de dispersión atmosférica son magníficas. En general, se presentan dos categorías de estabilidad. Durante el día, la velocidad del viento de entre 4.5 y 6 m/s y una radiación solar fuerte dan por resultado una atmósfera de moderada a ligeramente inestable. Durante la noche las características meteorológicas producen una atmósfera ligeramente estable.

Un factor de principal importancia es el constituido por los ciclones tropicales o huracanes, ya que el 46% de los que tocaron costa en un periodo de 56 años han pasado por la Península de Yucatán (Jáuregui 1967). La probabilidad de que los ciclones arriben a la costa de Quintana Roo es muy alta, ya que 33 tocaron la Península en un periodo de 22 años, y su frecuencia fue más alta en el norte y centro del Estado.

### II.1.2 Geología

La Península de Yucatán es una plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas del Mesozoico Tardío y Cenozoico.

Gran parte de la península era una plataforma submarina en el Paleozoico (Figura II.1 a, b), la cual estuvo sumergida hasta el Triásico-Jurásico (Figura II.1 c), como lo indica la presencia en el subsuelo de capas rojas de la Formación Todos Santos en los distintos pozos perforados.

Es a partir del Cretácico Inferior (Figura II.1 d) cuando se inicia el depósito de grandes masas evaporitas en la porción sur de la península que corresponde a la región norte de Guatemala; sin embargo en el resto de la península, que pertenece a México y Belice, no se ha encontrado sal y tal parece que la sedimentación de evaporitas, se inicia a partir del Aptiano-Albiano (Comancheano), prevaleciendo estas condiciones de depósito durante el Cretácico Superior en la parte media y sur de la península y casi todo el Terciario

Es importante hacer notar que las rocas del Cretácico Superior y parte del Terciario al norte de la península (Figura II.1 d), son margas indicando una profundización de los mares en ese sentido.

La Península de Yucatán aparece durante el Terciario Medio y Superior como una plataforma sumergida (Figura II.1 e, f), con oscilaciones a poca profundidad y en la que predominantemente se han depositado calizas litorales y neríticas.

Al final del Plioceno y Cuaternario la península adquiere la forma actual, no obstante que siguen desarrollándose alineamientos de arrecifes de tipo biostromal al norte del Banco de Campeche, el cual está formado esencialmente de material calcáreo, debido a la falta de material terrígeno cuyo aporte lo limita la carencia de ríos.

### **Descripción litológica del área**

La losa está constituida por calizas granulosas, blanquecinas y deleznales, llamadas "sascab", cuya formación y juventud no ha permitido su mineralización. En la península, los estudios paleontológicos de las muestras de roca establecen que las más antiguas datan del Paleoceno Eoceno (CIQRO, 1980).

### **Actividad erosiva**

La actividad erosiva está determinada principalmente por la actividad hídrica tanto fluvial como pluvial. En el predio no son intensos los efectos erosivos debido a que la zona exhibe un paisaje de karst moderado de plataforma que se caracteriza por no poseer corrientes superficiales; como no hay arcillas o suelos profundos, el agua pasa directamente al acuífero sin ejercer procesos erosivos intensos.

Uno de los agentes principales de erosión es la acción de las olas. La zona es altamente vulnerable a los efectos de huracanes y tormentas tropicales. Estas tormentas ocasionan la sobreelevación del nivel del agua sobre los niveles normales de las mareas astronómicas (uno a tres metros, o más). El resultado es la inundación y erosión severa de las tierras altas.

## **Porosidad, permeabilidad y resistencia de las capas geológicas**

La unidad acuífera del norte y noreste de la Península de Yucatán (acuífero miocénico), que es donde se ubica el Predio de Mayalum, se caracteriza por una muy alta permeabilidad y transmisividad, que permite un rápido movimiento lateral del agua subterránea, obviamente con poca carga hidráulica y bajo gradiente hidráulico y nivel freático estable. El agua subterránea en esta unidad acuífera, se presenta como un cuerpo o lente delgado de agua dulce, menos de 70 metros de espesor tierra adentro y unos cuantos metros cerca de la línea de costa, flotando sobre un cuerpo regional de agua salina de composición cercana a la del mar.

### **II.1.3 Geomorfología**

La región se caracteriza geomorfológicamente por la presencia de poco relieve topográfico, corrientes superficiales embrionarias, escaso y discontinuo desarrollo del suelo, estructuras laterales kársticas de poco crecimiento y abundantes cenotes y dolinas. Su desarrollo morfológico kárstico se clasifica en juvenil ligeramente maduro. El terreno kárstico se caracteriza por la presencia de sumideros, corrientes hundidas, valles caídos, cuevas, grandes manantiales y por el movimiento rápido de grandes volúmenes de agua subterránea.

Siguiendo los criterios utilizados por Bloom (1978) se han clasificado las geoformas del área de estudio de la siguiente forma:

**Geoformas constructurales.** La única geoforma constructural dentro del área de estudio es la meseta de caliza.

**Geoformas erosionales:** son aquellas que han sido originadas por procesos de clastismo, erosión y acarreo de material constructural. Los residuos erosionales se acumulan en las cuencas bajas, produciendo topografías particulares. Dentro de estas geoformas se tienen los pantanos y planicies lodosas, originadas por el acarreo hídrico y la actividad costera. El material que forma las planicies inundables es una mezcla de sedimentos calcáreos recientes, calizas intemperizadas y/o laterizadas, y sedimentos orgánicos semidescompuestos, debido a la baja cantidad de oxígeno del sustrato. Aunque de poca profundidad, este material se ha acumulado en un largo periodo de tiempo, ya que el arrastre de las zonas altas a las bajas es exiguo debido a las condiciones tan particulares de karst ya mencionadas.

Geoformas costeras: son aquellas geoformas originadas en donde la acción de las olas y las mareas producen procesos simultáneos de destrucción y de acumulación de materiales que resultan en formas terrestres muy características. La playa de Mayalum es una geoforma costera.

La combinación de las geoformas mencionadas ha definido las variaciones altimétricas del terreno, que va del nivel cero, en la línea de playa, hasta los nueve metros en la parte norte del predio, junto a la carretera. La llanura de material no consolidado, de manera irregular, presenta líneas de nivel cercanas a dos metros por abajo del nivel cero.

#### II.1.4 Suelos

Los suelos existentes en el predio son: Solonchak Gleyico y Rendzina.

Los solonchak, son suelos con un alto contenido de sales en alguna parte del suelo, o en todo él. La vegetación que se desarrolla en estos lugares es de plantas que toleran la sal (como el mangle). El potencial agrícola se halla limitado a cultivos muy resistentes a las sales. En algunos casos es posible eliminar o disminuir la concentración de salitre por medio de lavado, lo cual capacita a estos suelos para la agricultura. El uso pecuario de estos suelos depende de la vegetación que sostienen, sin embargo, los rendimientos son bajos. Algunos de estos suelos se utilizan como salinas y contienen materiales con poca susceptibilidad a la erosión.

Los rendzina son suelos que se caracterizan por poseer una capa superficial rica en humus y muy fértil, que descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal. No son profundos; son generalmente arcillosos.

Cuando se encuentran en llanos o lomas suaves se utilizan, en la Península de Yucatán, para sembrar henequén, con buenos rendimientos, y maíz, con rendimientos bajos. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación presente. La susceptibilidad a la erosión es moderada.

La mayor superficie del predio de Mayalum que no se encuentra sujeta a inundaciones o que soporta vegetación de tipo secundario (sucesional) de selva mediana subcaducifolia tiene rendzina como tipo de suelo.

## II.1.5 Hidrología

Debido a que la constitución geológica del sitio es roca caliza muy permeable, no existen corrientes superficiales.

### Cuerpos de agua

La expresión superficial creada por formas terrestres kársticas, se relaciona directamente con la red de conductos subterráneos. Los cenotes son un rasgo prominentemente kárstico en la Península de Yucatán. Creados comúnmente por el hundimiento del techo de una cueva, estos pozos naturales frecuentemente se extienden bajo el nivel hidráulico y se conectan con cuevas. Las características generales de los cenotes incluyen lados o paredes precipitados, conexiones directas o indirectas a pasajes de cuevas y corrientes de agua en sus cuencas. Los cenotes son sumideros hundidos que contienen agua. Los sumideros hundidos se forman donde la superficie del suelo se encuentra afectada por el colapso.

En el sitio del proyecto de Mayalum, se localizaron nueve cenotes, los cuales se muestran en la Figura II.1. Tres cenotes adicionales fueron localizados e investigados en zonas periféricas al sitio del proyecto.

En el sitio del proyecto se midió una longitud total de 1,784 metros referentes a pasajes de las cuevas. El drenaje subterráneo ocurre en dirección sur-sureste.

Las aguas muestreadas en los techos de las cámaras presentan contenidos bajos de cloruros, que exhibían una coloración verdosa en el rango visual. Se piensa que el origen de esta agua es la infiltración directa de agua de lluvia. Es fácil hacer la hipótesis de que las cámaras, durante las tormentas, actúan temporalmente como cisternas. Mientras se presenta el flujo tributario a través de las cámaras, se crea una importante cantidad de agua con contenidos bajos y altos de cloruros.

La salinidad del sustrato es esencial para entender la gran variación existente en las comunidades vegetales del corredor turístico en particular. En terrenos kársticos, cuando el relieve es suficientemente bajo, el agua continental aflora en zonas inundables que tienen diferentes salinidades de acuerdo a la cuña de agua salina que, por ser más densa que el agua dulce, tiende a estar por debajo de ésta.



Las comunidades inundables dependen, en general, de la renovación constante del sustrato, que se lleva a cabo a través del flujo casi laminar del agua, de las variaciones estacionales en el aporte del agua continental, y de intrusión del agua marina.

El agua subterránea de la zona se caracteriza por presentar una capa superior o lente de agua salobre sobre una capa inferior de agua salada. La capa superior tiene un espesor que varía desde menos de un metro cerca de la costa, hasta más de veinte metros, a distancias de aproximadamente tres kilómetros tierra adentro. La delgadez de la capa superior de agua se atribuye a la alta transmisividad del lecho de roca de caliza, que permite el rápido drenaje del agua hacia manantiales costeros.

La concentración de cloruros varía en el rango de los 1,000 hasta 3,000 mg/l. Las concentraciones son más altas cerca de la costa y disminuyen conforme se alejan de la misma. Usualmente, una haloclínea planar separa las capas de agua superiores e inferiores. Inmediatamente debajo de la haloclínea, la concentración de cloruros excede los 17,000 mg/l. A profundidades mayores de 30 metros la concentración de cloruros puede ser igual o mayor a la del agua de mar.

La mayor parte de los cloruros en la capa de agua superior se deriva de la capa de agua inferior, por medio del fenómeno de difusión ascendente, por mezcla turbulenta en zonas angostas y por confluencias de los pasajes de las cuevas. El flujo en la capa de agua superior se mantiene por la recarga procedente del agua de tormentas, que cerca de la costa contienen, por lo general, de 60 a 120 mg/l de cloruros.

Los sistemas espéleos dentro de la zona del proyecto han demostrado características de flujo y de estratificación del agua muy distintas a las del medio poroso de caliza, fuera del área del conducto. Al actuar como captadores naturales del agua de lluvia, estos sistemas han demostrado la capacidad de conducir el flujo del agua con bajos contenidos de cloruros. En tanto que se aproxima a la costa, esta agua se mezcla con otra con contenidos mayores de cloruros.

### III.2.6 Oceanografía

#### Descripción del ambiente marino

Hasta una profundidad de treinta a cuarenta y cinco metros y al rompimiento de la plataforma, ésta se inclina suavemente y mantiene una biota limitada de macroalgas y gorgónidos. La

barrera relativamente continua de coral que se ubica paralelamente en esta parte de la costa de la Península de Yucatán se interrumpe cerca del sitio del Proyecto Mayaluum.

#### . Corrientes

Las corrientes a lo largo del Canal de Cozumel corren de sur a norte y llegan a velocidades de uno a dos nudos. Hay una atenuación de las velocidades de las corrientes a través de la escarpa con relativamente poca corriente al fondo, lo que ocurre generalmente a diez metros de profundidad. Las corrientes superficiales son variables, dependiendo de la dirección del viento, y pueden fluir contrariamente a las corrientes poco más profundas.

Frente al predio de Mayaluum se observan contracorrientes cercanas a la línea de costa que, conjuntamente con la corriente dominante, llegan a formar lo que Merino (1986) identifica como celdas de circulación ciclónica; mismas que en la zona de estudio se presentan entre Punta Bete y Punta Gancho, y de Chunchuen a Punta Bete.

#### . Oleaje

El sitio del Proyecto Mayaluum se localiza al norte de Punta Bete y de Playa del Carmen, y al sur de Punta Maroma (ubicada a aproximadamente 60 kilómetros al sur de Cancún). La isla de Cozumel, a 18 kilómetros mar adentro hacia el sureste de la costa en el sitio del proyecto, absorbe el oleaje generado mar adentro del mar Caribe. Un profundo canal, el canal de Cozumel, se localiza a menos de un kilómetro de la costa. El gran número de cenotes y sistemas de cavernas anteriormente descritos, ejercen influencia en el ambiente de la costa y de mar adentro.

Las playas en la vecindad del desarrollo de Mayaluum son moderadamente dinámicas y exhiben variaciones estacionales en su anchura debido a cambios de dirección en el transporte litoral. Se han desarrollado rosas de los vientos (resúmenes mensuales y anuales, Figura II.3 y II.4) de los registros obtenidos en Cozumel, y a la fecha se piensa que estos datos son los más confiables en la determinación de condiciones potenciales de viento-oleaje para el sitio del proyecto.

Se realizó un análisis de refracción de onda para determinar la factibilidad del sitio de localización de la entrada a la marina, a lo largo de la línea de costa de interés. En la medida que el oleaje se aproxima a cualquier costa, éste se "dobla" hacia aguas poco profundas en función de las características del oleaje y de las condiciones de profundidad locales. Este "doblaje" o refracción de onda influencia el ángulo local y la energía con la que el oleaje se aproxima a la línea de costa. Lo anterior afecta directamente el grado con el que los sedimentos son transportados a lo largo de la playa. Esto se denomina arrastre litoral o transporte de sedimentos.

La línea de costa en el predio parece exhibir un ancho anormal de playa durante los periodos de oleaje que proviene del sureste. Durante estos periodos, un exceso de sedimento litoral se acumula cerca del centro de la bahía, que se extiende desde Punta Bete hasta un punto localizado a cuatro kilómetros al norte. El sedimento se origina en la costa sur de Punta Bete, consecuentemente, esta línea de costa presenta esfuerzos erosivos severos y un estrechamiento de la barra arenosa durante las condiciones estacionales de oleaje del sureste. En Playa del Carmen, se han realizado observaciones similares en cuanto a los cambios estacionales en la alineación de la línea de costa para los mismos periodos.

Durante los periodos estacionales del oleaje del norte, el exceso de sedimento evidente a lo largo de la costa de Mayalum, es transportado al sur y la línea de costa de Punta Bete se recupera de manera temporal. La línea de costa de Mayalum continúa exhibiendo una barra arenosa ancha y estable; no ha sido impactada durante estos periodos estacionales de transporte de sedimento. Por ende, Mayalum puede ser considerada como una línea de costa receptiva y no erosiva. Se tiene la hipótesis de que uno o más de los grandes cenotes que descargan a través de la playa al norte de la propiedad de Mayalum, son fuentes potenciales de sedimento calcáreo a largo plazo, para el sistema local litoral.

#### . Mareas

Las mareas son semi-diurnas en su extensión, con una amplitud máxima de aproximadamente un metro: ocurren dos pleamares y dos bajamares en cada día de marea. La Figura II.5 muestra la altura de mareas medidas en el sitio del Proyecto Mayalum en octubre de 1990.

Del calendario gráfico de mareas de 1988 editado por el Instituto de Geofísica de la UNAM, estación Isla de Cozumel, Quintana Roo, se obtuvieron los siguientes datos:

Pleamar máxima registrada	0.342 m
Nivel de pleamar media superior	0.111 m
Nivel de pleamar media	0.088 m
Nivel medio del mar	0.000 m
Nivel de media marea	0.002 m
Nivel de bajamar media	0.093 m
Nivel de bajamar media inferior	0.125 m
Bajamar mínima registrada	0.334 m

#### . Temperatura

La temperatura promedio de la superficie del mar va desde un mínimo de 25.6°C en febrero hasta un máximo de 29.1°C en agosto, con un promedio anual de 27.6°C.

#### . Frecuencia de maremotos

La actividad sísmica relacionada con mareas es poco probable en la zona de estudio.

#### . Batimetría

La Figura II.6 muestra las condiciones batimétricas generales del sitio. Se ha localizado una saliente de roca coralina orientada oblicuamente hacia la playa en el extremo sur de la línea de costa de Mayalum, cerca de Punta Bete. Esta saliente resguarda la costa de Mayalum del oleaje que se origina en el cuadrante sur-sureste. A lo largo de casi toda la línea de costa del proyecto, las isobatas de los 3 a 5 metros se inclinan de manera significativa hacia la costa oeste.

## II.2 Factores biológicos

### II.2.1 Vegetación

#### Vegetación terrestre

A continuación se describe el estado actual de las comunidades vegetales, haciendo referencia a la Figura II.7, en la que se presentan los tipos de vegetación existentes en el predio y a la Figura II.8, en la que se presenta el perfil vegetacional del predio.

a. Manglar (Tipo 1 en la Figura II.7)

1. Mangles

- r.- Rojo
- b.- Botoncillo
- ch.- Chaparro
- m.- Mixto

Los manglares chaparros y altos constituyen dos tipos fisionómicamente diferenciables.

Inmediatamente junto a la playa se encuentra una estrecha franja de manglar monoespecífica constituida por mangle rojo (*Rhizophora mangle*), densa y de hasta seis metros de altura (Tipo 1-r). Aproximadamente 50 metros tierra adentro de esta franja fueron totalmente destruidos por el huracán Gilberto. El mangle rojo no retoña, como otras especies dañadas, debido a su carencia de yemas laterales.

Después del manglar rojo destruido, el manglar que continúa en la porción llana está formado por una mezcla de mangle rojo, blanco y botoncillo (Tipo 1-m). Este tipo de vegetación es un poco más alto que el anterior y puede alcanzar hasta ocho metros. El huracán Gilberto también causó cierto daño en esta zona, pero el daño fue menor. Este tipo de vegetación se encuentra verde debido a que el mangle blanco y el botoncillo han rebrotado después del Gilberto, y a que las porciones vivas del mangle rojo han continuado su crecimiento. Dado que la superficie del suelo no es uniforme, se encuentran ocasionalmente algunas especies selváticas como *Manilkara zapota*, *Metopium brownei* y *Ficus sp.*, creciendo en algunas zonas ligeramente elevadas. *Bravaisia tubiflora*, un arbusto del sotobosque, se presenta en el interior de este manglar. Los manglares mixtos se componen de más mangles que de especies selváticas, aproximadamente 3/4 partes de mangles rojos, blancos y botoncillo y 1/4 parte de especies selváticas.

Otro tipo de comunidad localizada hacia la porción sur de los manglares altos descritos anteriormente, está formada por manglares densos y chaparros con una altura que oscila entre los dos y cuatro metros, con un ocasional sobreviviente más alto (Tipo 1-ch). Lo que ocurrió aquí fue la rotura y muerte de los árboles más altos y supervivencia de las ramas de hasta un metro, las cuales han crecido desde entonces; en otros casos, en la punta de estas plantas, los 50 a 100 cm más elevados fueron destruidos por el huracán, sin embargo, la mayor parte de la planta quedó intacta. Aunque estos manglares sufrieron un duro revés en su madurez por algún tiempo, su regeneración no será difícil debido a que el material vivo está todavía en su lugar.

Es probable que lo que suceda aquí en el futuro sea una dominancia del manglar blanco sobre el rojo, ya que los mangles blancos son mucho más resistentes a los huracanes debido a que pueden retoñar profusamente, a diferencia de los mangles rojos, que no pueden retoñar si los brotes mueren.

Los manchones puros de *Bravaisia tubiflora* constituyen un ecotono entre el manglar y la selva, y esta especie se presenta en ambos tipos de vegetación. Se encuentran indicados como Tipo 2 en la Figura II.7.

Los manglares no son comunidades muy diversas, en lo que se refiere a su composición de árboles, sin embargo, son un hábitat deseable para distintos animales, desde peces y crustáceos hasta aves y mamíferos; por esta razón, el Proyecto Mayalum preservará en el mayor grado posible las áreas de manglar que presentan las mejores condiciones.

#### b. Selva mediana subcaducifolia

La selva del área en estudio ha sido talada en diferentes épocas con el propósito de convertir los terrenos en pastizales para la crianza de ganado. Una de las actividades más destructivas en Quintana Roo ha sido precisamente la ganadería extensiva, por la que una gran parte de la selva es desmontada y se deja al ganado forrajear en los arbustos y los rebrotes de los árboles.

Una superficie de aproximadamente 283 hectáreas del área del proyecto ha sido utilizada en diversas épocas para dichos propósitos, y su recuperación, a partir de que fue abandonada, ha sido muy lenta. Después de su abandono, la mayor porción del área del predio se encuentra en diferentes estados de sucesión. Los suelos al norte de Quintana Roo son muy someros y pierden su fertilidad una vez que la vegetación original ha sido removida. El sustrato kárstico de roca calcárea está cubierto por una delgada capa de suelo y, en general, la roca porosa que los constituye no retiene la humedad por mucho tiempo.

La mayoría de los estadíos sucesionales se localizan tanto al este como al oeste del lomerío transversal. La altura de la vegetación varía de acuerdo con la edad, a partir de su abandono y el tiempo de haber sido perturbada. La altura de los árboles y/o arbustos varía entre uno y tres metros, aunque ocasionalmente se encuentran árboles mayores que alcanzan alturas de hasta seis metros. Su dominancia también varía entre árboles que han rebrotado, arbustos leñosos y especies herbáceas que son muy abundantes.

Con base en la altura de los árboles y la dominancia de especies leñosas, el área de selva en distintos estadios sucesionales ha sido dividida en cuatro tipos, los cuales se describen a continuación.

b.i. Selva sucesional de seis a ocho metros de altura

(Tipo 3 en la Figura II.7)

- Porciones localizadas al este de la Carretera Federal 307

Hay principalmente dos áreas con una continua selva sucesional, ligeramente mayor que el usualmente conocido acahual o de vegetación secundaria baja: una de ellas se localiza al sur y al oeste del manantial de Guadalupe. Al este y sureste esta vegetación se encuentra bordeada por un manglar de botoncillo *Conocarpus erecta*.

La otra porción de esta vegetación alta es una pequeña área descendiendo la pendiente del lomerío, limitado en su parte noreste con el camino Mandarin y en su porción este con el manglar.

El área de selva Tipo 3 más importante, es la localizada al sur del manantial Guadalupe. Es la selva más madura del área al oeste de la carretera, la cual atrae muchas aves. La selva más alta, de seis metros (Tipo 3), en su parte más cercana al gran cenote, contiene *Metopium browneii*, chechem, el cual progresa inmediatamente después del disturbio y *Esenbeckia berlandieri*, *Lonchocarpus yucatanensis*, y *Bursera simaruba*, chaca, como algunos de los dominantes. En la parte más húmeda cercana al manglar y al cenote, el sotobosque está dominado por el arbusto *Bravaisia tubiflora* de las Acanthaceae.

*Manilkara zapota*, un árbol dominante de la mayoría de las selvas de Quintana Roo, también se presenta aquí, pero en número pequeño. El dosel de este estadio sucesional no es cerrado y aún son visibles las huellas del huracán Gilberto. Hacia el sur, esta vegetación se hace ligeramente más alta y los árboles presentan diámetros mayores, hasta de 30 cm. Algunos de los individuos mayores corresponden a especies como *Vitex gaumeri*, *Manilkara zapota*, *Mastichodendron foetidissimum*, *Piscidia pisipula*, *Ficus tecolutensis* y *Ficus máxima*. Los suelos en esta porción de selva son más profundos y oscuros. Otras especies de árboles comunes son *Lysiloma latisiliquum*, *Sebastiania adenophora*, *Caesalpinia gaumeri*, *Myrcianthes fragrans* y *Coccoloba diversifolia* entre otras.

- Porciones localizadas al oeste de la Carretera Federal 307

La vegetación de selva sucesional secundaria más extensa, se localiza al lado oeste de la carretera federal (307); es ligeramente más alta, cercana a los ocho metros de altura y ocasionalmente con algunos árboles que llegan a alcanzar hasta los doce metros. En esta zona se localizan algunos cenotes cuya vegetación se describe en forma particular más adelante.

Con relación a la Figura II.7, una porción de la selva, que comienza en el límite norte y se extiende hacia el "Camino de Fuego" en el sur, con una extensión de aproximadamente 200 m este-oeste, está sobre un suelo diferente al del resto de la propiedad. Es rojo y ligeramente más profundo que los suelos localizados más hacia el este o más al oeste.

La selva sobre esta área está compuesta de más especies con individuos que no pierden sus hojas y crecen mejor. Con relación a los senderos de agrimensura de la Figura II.7, una área sobre el sendero B, así como una porción en el sendero E sobre el mismo suelo, tiene un dosel cerrado. Los árboles más altos alcanzan ocho a nueve metros y están compuestos de *Ficus* sp., *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei*, *Swartzia cubensis*, *Hippocratea* sp., *Vitex gaumeri*, *Atronium graveolans* y otros. La especie arbórea normalmente dominante en este tipo de selva en Quintana Roo, *Manilkara zapota*, el árbol del chicle, está presente en pequeño número, usualmente como árboles jóvenes. Sólo unos cuantos adultos sobrevivieron al fuego que destruyó la selva años atrás. Por los restos de tocones viejos y troncos que se hallaron sobre el piso de la selva, deben haber sido de 25 a 40 cm de diámetro y de más de 14 m de alto.

Después del suelo rojo, se tiene uno de color gris oscuro, tipo rendzina, delgado, y la selva dentro del tipo seco es de baja talla, promediando seis metros, con algunos individuos de siete a ocho metros. En algunos lugares es incluso más baja, con un promedio de cinco metros.

Comúnmente los árboles dominantes más altos son: *Lysiloma* sp., *Piscidia piscipula*, *Dalbergia* sp., *Gliricidia sepium*, *Swartzia cubensis*. Otras especies altas y abundantes son *Bursera simarouba* y *Metopium brownei*. *Coccoloba diversifolia* y *Ficus tecolutensis* son más frecuentes que *Cordia dodecandra*. Este último árbol es muy atractivo cuando pierde sus hojas y despliega sus grandes brotes naranja.

La palma de paja (*Thrinax* y *Cocothrinax*) y la palma espesa (*Chamaedorea*) están presentes a lo largo de la selva.



En general, la selva a lo largo de los senderos B, E y F está en mejores condiciones que a lo largo del sendero D. Los árboles no exceden los diez metros y el dosel global es más bajo, entre cinco y ocho metros.

Esta selva se está recuperando después de los incendios de 1989 y anteriores y se encuentra en una fase de crecimiento, la cual podría incrementar la altura del dosel en unos cinco a diez años.

Las depresiones menores de seis metros existentes en esta porción del área de Mayaluum no son diferentes de otras áreas selváticas.

b.ii Acahual bajo con pastos

(Tipo 4 en la Figura II.7)

Este tipo de vegetación (Tipo 4) se localiza a lo largo de toda la propiedad junto a la carretera, cien a doscientos metros hacia el lado este. En esta área los pastos dominantes son *Panicum maximum*, el cual fue sembrado hace algún tiempo para forraje del ganado. La altura total varía entre uno y dos metros. Dado que ya no hay ganado pastando sobre la vegetación, el pasto está en algunos sitios sumamente denso.

Dentro de una matriz de pastos se presentan esporádicamente algunos árboles en diferentes densidades y alturas. Algunas veces, éstos se presentan agregados, otras veces aparecen en forma individual, como en una sabana. Estos árboles presentan alturas de uno a tres metros y las especies más comunes, son: *Caesalpinia gaumeri*, *Acacia collinsii*, *Neomillspaughia emarginata*, *Pithecellobium sp.*

b.iii Acahual bajo sin pastos

Este acahual, después de haber sido abandonado el terreno, es el más extendido por toda la propiedad de Mayaluum. Está localizado principalmente ascendiendo la pendiente del lomerío, rumbo hacia el este, y también pendiente abajo, hacia el este del lomerío. Varía mucho en cuanto a altura y composición, pero esencialmente corresponde a un mismo estadio sucesional.

b.iii.1 Acahual denso, de uno a cuatro metros

Este tipo se encuentra especialmente a lo largo de toda la porción sur de la propiedad, al igual que en la parte central. La altura de la vegetación varía sólo un poco de uno a dos, de dos a tres, y de tres a cuatro metros, pero algunos árboles

llegan a alcanzar uno o dos metros más. La vegetación de malezas no es tan prominente como en el Tipo 4. Este acahual tiende a estar compuesto por especies de árboles que originalmente se encuentran en la selva: *Thevetia gaumeri*, *Piscidia piscipula*, *Esebeckia berladierei*, *Casearia corymbosa*, *Senna racemosa*, *Bursera simaruba*, *Lonchocarpus rugosus*, *Tabebuia chrisantha*, *Coccoloba spicata*, *Sabal yapa*, *Croton niveus*, *Guettarda coombse*, etcétera. Algunos de los arbustos son: *Lantana camara* y *Callicarpa acuminata*. La vegetación es homogéneamente densa y las especies trepadoras son muy abundantes.

#### b.iii.2 Acahual abierto y menor de dos metros

(Tipo 5a en la Figura II.7)

Especies herbáceas y arbustivas dominan esta vegetación y se forma de pequeños parches al interior de una matriz del Tipo 5. La vegetación no es cerrada, sino que presenta una cobertura discontinua con espacios abiertos. El arbusto pequeño *Croton humilis* es muy abundante, al igual que el *Lantana camara*. Algunas especies están dominadas por pastos, como la *Rhynchelitrum repens*. En estas áreas son más abundantes las trepadoras que en el Tipo 5.

Las especies trepadoras son muy prominentes en todos estos estadios sucesionales. Hay alrededor de 26 especies, entre ellas: *Cissampelos pareira*, varias especies del género *Cissus* y algunas Bignoniaceae son las dominantes.

### **Vegetación acuática**

#### Fondos arenosos

Las zonas arenosas son bastante limitadas fuera de la zona del proyecto. A entre uno y dos kilómetros al norte del Camino Laffite, se encuentran algunas zonas arenosas poco profundas y cuadros de pasto marino (*Thalassia*). Aparte de los pastos marinos, la única vegetación acuática importante son las algas microscópicas asociadas a los corales.

## II.2.2 Fauna

### Fauna terrestre

#### Vertebrados terrestres

Particularmente para el área de estudio, se tiene una lista de especies registradas por el Instituto de Ecología (op. cit.) en los alrededores de Playa del Carmen y Punta Maroma. Dado que esta lista fue obtenida por medio de censos y muestreos sistemáticos de fauna, se considera la lista de vertebrados terrestres más acreditada para el área de estudio, la cual se encuentra entre las dos localidades mencionadas a pocos kilómetros de cada una de ellas. La lista se muestra en el Cuadro II.1.

### Fauna acuática marina

La zona de hasta 30 m de profundidad y hasta el rompimiento de la plataforma está formada principalmente por un suelo rocoso con algunas áreas arenosas. Este suelo se inclina suavemente y mantiene una biota limitada, principalmente formada por macroalgas y gorgónidos. Se encuentran también fragmentos de barreras de arrecifes así como algunos acantilados.

#### . Llanos rocosos

Un pavimento rocoso de ángulo bajo constituye el tipo de fondo principal de la zona. Incrustados en la superficie se encuentran pequeños corales de 10 a 20 cm, tales como especies de *Porites astreoides* y *Diploria*, y varias especies de gorgónidos. La densidad poblacional total de los corales es menor a uno por metro cuadrado, y de los gorgónidos de uno a tres por metro cuadrado.

#### . Barreras expuestas

Cerca de la costa el crecimiento arrecifal se limita a una pequeña barrera de *Acropora palmata* de 200 m de largo, ubicada a 0.5 km al norte del Camino a Lafitte. Esta barrera sube desde profundidades de uno a dos metros. El daño causado por el huracán Gilberto fue severo, y en el presente existen pocas colonias de *Acropora palmata* con una pequeña cantidad de tejido viviente que resta en los fragmentos rotos.

Inmediatamente detrás de la propia barrera, hay cabezas coralinas dispersas y numerosos gorgónidos. Delante de la barrera sólo hay pavimento rocoso.

A 3.5 km al nor-noreste del Camino a Lafitte, se encuentra otro sistema parecido, ubicado aproximadamente a 1.5 km mar afuera, que se conoce con el nombre de La Herradura (ver Figura II.9).

El sistema de barrera Punta Maroma empieza a 5 km al norte del Camino a Lafitte y se extiende hasta Punta Maroma como una estructura continua.

. Pequeñas zonas de arrecifes no profundos

Pequeñas zonas de arrecifes de 5 a 20 m de diámetro se encuentran en agua poco profunda, a sólo unos cientos de metros mar afuera, al norte de Villas Lafitte, y se extiende por lo menos entre uno y dos kilómetros más hacia el norte. Estas zonas incluyen colonias de *Acropora palmata* que están muertas aunque todavía erectas, colonias de *Montastrea annularia* muy grandes y colonias de *Diploria strigosa*.

. Acantilados sumergidos

Las capas y diversidades vivientes más altas actualmente en existencia se encuentran en las tres interrupciones de inclinación (8 m, 15 m, 24 m) delante del borde de la plataforma. Esto representa la bien conocida afectación de borde que ha sido encontrada en varias zonas de arrecifes. Las escarpas precipitosas y las zonas llanas inmediatamente hacia tierra mantienen corales abundantes, esponjas y gorgónidos.

En el sitio que se conoce como Las Cabezas (ver Figura III.13), ubicado a 4 km al norte del Camino a Lafitte, a una distancia de 1.5 km de la costa y a una profundidad de 8 metros, se encuentran grandes pináculos de corales al borde de la escarpa de ocho metros. Aunque la capa de corales vivientes es relativamente baja, la zona es de una belleza pintoresca y también contiene abundancia de peces.

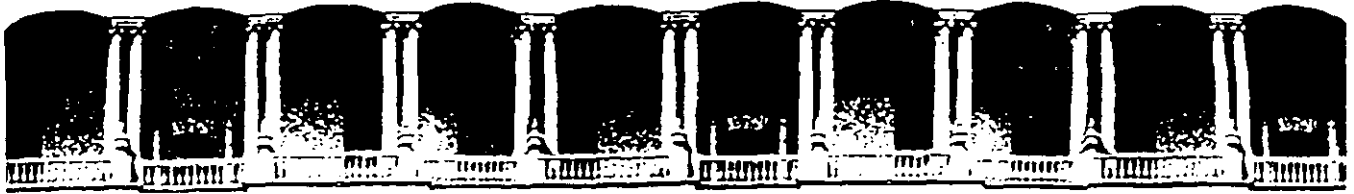
. Borde de la plataforma

El borde de la plataforma ocurre a una distancia de uno a dos kilómetros de la orilla y a una profundidad de 30 a 45 m. El sustrato en el borde es rocoso y mantiene una pequeña colonia de incrustadores de sustratos duros, tales como: corales, esponjas y gorgónidos. El total de la capa viviente es más bajo que en los acantilados sumergidos y menos profundos.

. Peces

La biota de peces de mayor abundancia se limita a los arrecifes, o al menos a la zona de concentración de corales. Estas mantienen grandes cantidades de peces papagayos, y roncadorez de rayas azules. También se encuentran, pero en menor número, peces mariposa, centriscos, varios tipos de ángeles de mar y otros. Con la excepción de las barracudas, los peces grandes y comestibles ya han sido casi eliminados debido a la pesca excesiva.

D  
D  
D



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**CAPITULO II  
MARCO LEGAL (ANEXO 2)**

**TOMADO DE GACETAS ECOLOGICAS  
Nos. 3 Y 4**

**SEPTIEMBRE - 1992**

**INSTRUCTIVO PARA LA FORMULACION DEL INFORME PREVENTIVO AL QUE SE REFIEREN LOS ARTICULOS 7º Y 8º DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL**

**I. Datos generales**

Contestar las preguntas que a continuación se presentarán en forma clara y concreta:

1. Nombre de la empresa u organismo solicitante.
2. Nombre y puesto del responsable del proyecto.
3. Nacionalidad de la empresa.
4. Actividad principal de la empresa u organismo.
5. Domicilio para oír y recibir notificaciones.
6. Cámara o asociación a la que pertenece la empresa u organismo, indicando:
  - Número de registro.
  - Fecha de ingreso.
  - Registro Federal de Causantes.

**II. Ubicación y descripción general de la obra o actividad proyectada, indicando:**

1. Nombre del proyecto.
2. Naturaleza del proyecto (descripción general del proyecto, indicando la capacidad proyectada y la inversión requerida).
3. Vida útil del proyecto.
4. Programa de trabajo.
5. Ubicación física del proyecto. Anexar plano de distribución de la planta y plano de localización del predio, especificando:
  - Estado.
  - Municipio.
  - Localidad.
  - Localización.
6. Situación legal del predio.
7. Superficie requerida (ha, m).
8. Colindancia del predio y actividad que se desarrolla.
9. Obra civil desarrollada para preparación del terreno.
10. Vías de acceso (marítimas y terrestres).
11. Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo en el área correspondiente.
12. Requerimientos de mano de obra.
13. Obras o servicios de apoyo a utilizar en las diferentes etapas del proyecto.
14. Sitios alternativos para el desarrollo de la obra o actividad.

**III. Descripción del proceso**

1. Materiales y sustancias que serán utilizados en las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento de la obra o actividad proyectada. *Enlistar e indicar volúmenes.*
2. Equipo requerido para las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento de la obra u actividad proyectada. *Enlistar e indicar capacidad instalada.*
3. Recursos naturales del área que serán aprovechados en las diferentes etapas. *Especificar.*
4. En caso de una industria de transformación y/o extractiva:
  - Indicar las sustancias o materiales que serán utilizados en el proceso.
  - Enlistar los productos finales.
5. Fuente de suministro de energía eléctrica y/o combustible.
6. Requerimientos de agua cruda y potable, y fuente de suministro.
7. Residuos que serán generados en las diferentes etapas del proyecto, y destino final de los mismos.
  - Emisiones a la atmósfera.
  - Descarga de aguas residuales.
  - Residuos sólidos.
  - Emisiones de ruido.
  - Otro.

**INSTRUCTIVO PARA DESARROLLAR Y PRESENTAR LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA MODALIDAD GENERAL AL QUE SE REFIEREN LOS ARTICULOS 9º Y 10º DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL**

**I. Datos generales**

Contestar las preguntas que a continuación se presentarán, en forma clara y concreta.

1. Nombre de la empresa u organismo solicitante.
2. Nacionalidad de la misma.
3. Actividad principal de la empresa u organismo.
4. Domicilio para oír y recibir notificaciones, indicando:
  - Estado.
  - Municipio.
  - Código postal.
  - Ciudad.
  - Localidad.
  - Teléfono.
5. Cámara o asociación a la que pertenece.

## 5.1. Registro en la Cámara, indicando:

- Número.
- Fecha.

## 6. Registro Federal de Causantes.

## 7. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental, indicando:

- Nombre.
- Razón social.
- Registro SEDUE.

## 7.1. Registro Federal de Causantes.

## 7.2. Domicilio para oír y recibir notificaciones. y teléfono.

## II. Descripción de la obra o actividad proyectada

En esta sección se solicita información de carácter general de la obra o actividad, con la finalidad de configurar una descripción general de la misma; asimismo se solicita información específica de cada etapa, con el objetivo de obtener los elementos necesarios para la evaluación del impacto (positivo o negativo) de la obra o actividad.

## 1. Descripción general.

## 1.1. Nombre del proyecto.

1.2. Naturaleza del proyecto. Explicar en forma general el tipo de obra o actividad que se desea llevar a cabo, especificando el volumen de producción —si se trata de una industria—, la capacidad proyectada y la inversión requerida.

1.3. Objetivos y justificación del proyecto. El solicitante debe dejar en claro las causas que motivaron la realización de la obra o actividad y los beneficios económicos, sociales y de otro tipo que ésta contemple.

1.4. Programa de trabajo. En este punto se debe anexar la calendarización de cada etapa, indicando la fecha de inicio de actividades.

1.5. Proyectos asociados. Explicar si en el desarrollo de la obra o actividad se requerirá de otros proyectos.

1.6. Políticas de crecimiento a futuro. Explicar en forma general la estrategia a seguir por la empresa indicando ampliaciones, futuras obras o actividades que pretenderán desarrollarse en la zona.

## 2. Etapa de selección del sitio.

En este apartado se solicita información referente a las características del lugar en que se desarrollará la obra o actividad, así como de los alrededores de la zona.

2.1. Ubicación física del proyecto. Anexar plano de localización del predio, indicando las coordenadas en las que se sitúa.

- Estado.
- Municipio.
- Localidad.

2.2. Urbanización del área. Aclarar si el predio se sitúa en una zona urbana, suburbana o rural.

2.3. Criterios de elección del sitio. Mencionar los estudios realizados para la selección.

2.4. Superficie requerida (ha, m<sup>2</sup>).

2.5. Uso actual del suelo en el predio. Mencionar el tipo de actividad que se desarrolla.

2.6. Colindancias del predio. Mencionar la orientación de cada predio, indicando la principal actividad que en ellos se desarrolle.

2.7. Situación legal del predio. Compra, venta, concesión, expropiación, otro.

2.8. Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad. En el caso de proyectos relacionados con cuerpos de agua señalar las rutas de navegación que se utilizarán.

2.9. Sitios alternativos que hayan sido o estén siendo evaluados. Indicar su ubicación regional, municipal, local, otra.

## 3. Etapa de preparación del sitio y construcción.

En este apartado se solicitará información relacionada con las actividades de preparación del sitio previas a la construcción, así como las actividades relacionadas con la construcción misma de la obra o con el desarrollo de la actividad.

— Se deben anexar los planos gráficos del proyecto y el sistema constructivo, así como la memoria técnica del proyecto, esto último en forma breve.

3.1. Programa de trabajo. Presentar en forma gráfica (v. gr. GANTT) fechas de inicio y finalización de la preparación del sitio y construcción, indicando además las principales actividades que se desarrollarán en estas etapas con su respectiva calendarización.

3.2. Preparación del terreno. Indicar si para la preparación del terreno se requerirá de algún tipo de obra civil (desmontes, nivelaciones, relleno, despiebre, desecación de lagunas, otros). En caso de que así sea, especificar:

3.2.1. Recursos que serán alterados.

3.2.2. Área que será afectada: localización.

3.3. Equipo utilizado. Señalar el tipo de maquinaria que se utilizará durante la etapa de preparación del sitio y construcción, especificando la cantidad y operación por unidad de tiempo.

3.4. Materiales. Enlistar los materiales que se utilizarán en ambas etapas, especificando el tipo, volumen y forma de traslado del mismo.

— En caso de que se utilicen recursos de la zona (bancos de materiales, madera u otros), indicar cantidad.

3.5. Obras y servicios de apoyo. Indicar las obras provisionales y los servicios necesarios para la etapa de preparación del terreno, y para la etapa de construcción (construcción de caminos de acceso, puentes provisionales, campamentos, otros).

3.6. Personal utilizado. Especificar el número de trabajadores que serán empleados, y su tiempo de ocupación.



3.7. Requerimientos de energía.

3.7.1. Electricidad. Indicar origen, fuente de suministro, potencia y voltaje.

3.7.2. Combustible. Indicar origen, fuente de suministro, cantidad que será almacenada y forma de almacenamiento.

3.8. Requerimientos de agua. Especificar si se trata de agua cruda o potable, indicando el origen, volumen, traslado y forma de almacenamiento.

3.9. Residuos generados. Indicar el tipo o tipos de residuos que se generarán durante la etapa de preparación del sitio y la de construcción.

3.10. Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo. Indicar el destino final de las obras y servicios de apoyo empleados en esta etapa.

4. Etapa de operación y mantenimiento.

La información que se solicita en este apartado, corresponde a la etapa de operación del proyecto, y a las actividades de mantenimiento necesarias para el buen funcionamiento del mismo. Las preguntas 4, 5 y 6 deben ser contestadas en caso de que el proyecto esté relacionado con la industria de la transformación y/o extractiva.

4.1. Programa de operación. Anexar un diagrama de flujo. Las industrias de la transformación y extractivas agregar una descripción de cada uno de los procesos.

4.2. Recursos naturales del área que serán aprovechados. Indicar tipo, cantidad y su procedencia.

4.3. Requerimientos de personal. Indicar la cantidad total del personal que será necesario para la operación, especificando turnos.

— Los puntos del 4 al 6 sólo deberán ser contestados por proyectos relacionados con la industria de la transformación y/o extractiva.

4.4. Materias primas e insumos por fase de proceso:

— Indicar tipo y cantidad de los mismos, considerando las sustancias que sean utilizadas para el mantenimiento de la maquinaria.

4.4.1. Subproductos por fase de proceso.

— Indicar tipo y volumen aproximado.

4.4.2. Productos finales.

— Indicar tipo y cantidad estimada.

4.5. Forma y características de transportación de:

Materias primas.

Productos finales.

Subproductos.

4.6. Forma y características de almacenamiento de:

Materias primas.

Productos finales.

Subproductos.

4.6.1. Medidas de seguridad. Indicar las que serán adoptadas.

4.7. Requerimientos de energía.

4.7.1. Electricidad.

— Indicar voltaje y fuente de aprovechamiento.

4.7.2. Combustible.

— Indicar tipo, origen, consumo por unidad de tiempo y forma de almacenamiento.

4.8. Requerimientos de agua.

— Indicar cantidad y origen, asimismo reportar los requerimientos excepcionales que vayan a ser utilizados y su periodicidad aproximada. plantear otras fuentes alternativas de abasto.

	Consumo ordinario		Consumo excepcional	
	Volumen	Origen	Volumen	Periodicidad
Agua potable	_____	_____	_____	_____
Agua tratada	_____	_____	_____	_____
Agua cruda	_____	_____	_____	_____

4.9. Residuos. Indicar el tipo de residuos que serán generados, especificando el volumen.

— Emisiones a la atmósfera. Indicar si son gaseosos, humos o partículas.

— Descarga de aguas residuales. Indicar aspectos físicos, químicos y bioquímicos.

— Residuos sólidos industriales. Describir sus componentes, y si se encuentran en estado húmedo o seco.

— Residuos sólidos domésticos.

— Residuos agroquímicos. Indicar tipo y periodo de vida de sus componentes.

— Otros.

4.10. Factibilidad de reciclaje.

— Indicar si es factible el reciclaje de los residuos que reporta.

4.11. Disposiciones de residuo.

— Especificar forma de manejo y características del cuerpo receptor.

4.12. Niveles de ruido.

— Indicar intensidad (en dB) y duración del mismo.

4.13. Posibles accidentes y planes de emergencia.

— Describa en forma detallada.

5. Etapa de abandono de sitio.

— En este apartado deberá describir el destino programado para el sitio y sus alrededores, al término de las operaciones, y se deberá especificar:

5.1. Estimación de vida útil.

5.2. Programas de restitución del área.

5.3. Planes de uso del área al concluir la vida útil del proyecto.

### III. Aspectos generales del medio natural y socio-económico

#### Medio natural.

— En esta sección se deberá describir el medio natural resaltando aquellos aspectos que se consideren particularmente importantes por el grado de afectación que provocaría el desarrollo del proyecto. Como apoyo será necesario anexar una serie de fotografías que muestren al área del proyecto y su zona circundante.

#### I. Rasgos físicos

##### 1. Climatología.

##### 1.1. Tipo de clima:

— Considerar la clasificación de Köppen modificada por E. García para la República Mexicana.

##### 1.2. Temperaturas promedio.

##### 1.3. Precipitación promedio anual (mm).

##### 1.4. Intemperismos severos.

— Indicar frecuencia de intemperismos, p. ej. huracanes, heladas, granizadas o algún otro.

1.5. Altura de la capa de mezclado del aire. Sólo en caso de información disponible.

1.6. Calidad del aire. Sólo en caso de información disponible.

##### 2. Geomorfología y geología.

2.1. Geomorfología general. Elaborar una síntesis en la que se describa, en términos generales, las características geomorfológicas más importantes. Especificar si existen bancos de material, su ubicación y estado actual.

2.2. Descripción breve de las características del relieve.

##### 2.3. Susceptibilidad de la zona a:

- Sismicidad.
- Deslizamientos.
- Derrumbes.
- Otros movimientos de tierra o roca.
- Posible actividad volcánica.

##### 3. Suelos:

3.1. Tipo de suelos presentes en el área y zonas aledañas.

3.2. Composición del suelo. (Clasificación de FAO.)

3.3. Capacidad de saturación.

##### 4. Hidrología (rango de 10 a 15 km).

##### 4.1. Principales ríos o arroyos cercanos:

Permanentes o intermitentes.  
Estimación del volumen de escorrentía por unidad de tiempo.

Actividad para la que son aprovechados.

Indicar si reciben algún tipo de residuo.

4.2. Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.).

Localización y distancia al predio.

· Área inundable del cuerpo de agua o embalse (ha).

· Volumen (mm<sup>3</sup>).

· Usos principales.

##### 4.3. Drenaje subterráneo.

· Profundidad y dirección.

· Usos principales (agua, riego, etc.).

· Cercanía del proyecto a pozos.

— En caso de extracción, consultar si el agua está siendo explotada, subexplotada, etc.

5. Oceanografía. (Si el proyecto se asocia a un área de influencia marina, presentar la siguiente información.)

##### 5.1. Batimetría:

· Bancos.

· Composición de sedimentos.

· Arrecifes o bajos fondos.

##### 5.2. Ciclo de mareas.

##### 5.3. Corrientes.

##### 5.4. Temperatura promedio del agua.

#### II. Rasgos biológicos

Presentar la información de acuerdo con los alcances del proyecto (en una zona terrestre, marina o ambas).

##### 1. Vegetación.

1.1. Tipo de vegetación de la zona.

1.2. Principales asociaciones vegetacionales y distribución.

1.3. Mencionar especies de interés comercial.

1.4. Señalar si existe vegetación endémica y/o en peligro de extinción.

##### 2. Fauna.

2.1. Fauna característica de la zona.

2.2. Especies de valor comercial.

2.3. Especies de interés cinegético.

2.4. Especies amenazadas o en peligro de extinción.

##### 3. Ecosistema y paisaje.

Responder las siguientes preguntas colocando "SI" o "NO" al final de éstas. En caso de que la respuesta sea afirmativa, explique en términos generales la forma en que la obra o actividad incidirá.

3.1. ¿Modificará la dinámica natural de algún cuerpo de agua?

3.2. ¿Modificará la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna?

3.3. ¿Crearán barreras físicas que limiten el desplazamiento de la flora y/o fauna?

3.4. ¿Se contempla la introducción de especies exóticas?

3.5. Explicar si es una zona considerada con cualidades estéticas únicas o excepcionales.

3.6. ¿Es una zona considerada con atractivo turístico?

3.7. ¿Es o se encuentra cerca de un área arqueológica o de interés histórico?

3.8. ¿Es o se encuentra cerca de un área natural protegida?

3.9. ¿Modificará la armonía visual con la creación de un paisaje artificial?

3.10. ¿Existe alguna afectación en la zona? Explique en qué forma y su grado actual de degradación?

### III. Medio socioeconómico.

En este apartado se solicitará información referente a las características sociales y económicas del sitio seleccionado y sus alrededores.

#### 1. Población.

Proporcionar en forma concisa los siguientes datos:

- . Población económicamente activa.
- . Grupos étnicos.
- . Salario mínimo vigente.
- . Nivel de ingresos per cápita.

#### 2. Servicios.

Indicar con una cruz si el sitio seleccionado y sus alrededores cuenta con los siguientes servicios:

##### 2.1. Medios de comunicación.

- Vías de acceso. Indicar sus características y su distancia al predio.
- Teléfono.
- Telégrafo.
- Correo.
- Otros.

##### 2.2. Medios de transporte.

- Terrestres.
- Aéreos.
- Marítimos.
- Otros.

##### 2.3. Servicios públicos.

- Agua (potable, tratada).
- Energéticos (combustibles).
- Electricidad.
- Sistema de manejo de residuos. Especificar su tipo y distancia al predio.
  - . Drenaje.
  - . Canales de desagüe.
  - . Tiradero a cielo abierto.
  - . Basurero municipal.
  - . Relleno sanitario.
  - . Otros.

##### 2.4. Centros educativos.

- Enseñanza básica.
- Enseñanza media.
- Enseñanza media superior.
- Enseñanza superior.
- Otros.

2.5. Centros de salud. Indicar su distancia al predio.

- De 1er. grado.
- De 2o. grado.

2.6. Vivienda. Indicar el tipo de vivienda predominante por su tipo de material de construcción y su distancia al predio.

- Madera.
- Adobe.
- Tabique.

#### 2.7. Zonas de recreo.

- Parques.
- Centros deportivos.
- Centros culturales (cine, teatro, museos, monumentos nacionales).

#### 3. Actividades.

Indicar con una cruz el tipo de actividad predominante en el área seleccionada y su alrededor.

##### 3.1. Agricultura:

- De riego.
- De temporal.
- Otras.

##### 3.2. Ganadería:

- Intensiva.
- Extensiva.
- Otras.

##### 3.3. Pesca:

- Intensiva.
- Extensiva.
- Otras.

##### 3.4. Industriales:

- Extractiva.
- Manufacturera.
- De servicios.

#### 4. Tipo de economía.

Indicar con una cruz a cuál de las siguientes categorías pertenece el área en que se desarrollará el proyecto.

- Economía de autoconsumo.
- Economía de mercado.
- Otras.

#### 5. Cambios sociales y económicos.

Especificar con una cruz si la obra o actividad creará:

- Demanda de mano de obra.
- Cambios demográficos (migración, aumento de la población).
- Aislamiento de núcleos poblacionales.
- Modificación en los patrones culturales de la zona.
- Demanda de servicios:
  - . Medios de comunicación.
  - . Medios de transporte.
  - . Servicios públicos.

- . Zonas de recreo.
- . Centros educativos.
- . Centros de salud.
- . Vivienda.

#### IV. Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo

En este apartado el solicitante deberá consultar a la Secretaría de Desarrollo Urbano Estatal o Federal para verificar si el uso que pretende darse al suelo corresponde al establecido por las normas y regulaciones.

Los elementos que deberán considerarse son:

1. Plan Director Urbano, correspondiente a la Dirección General de Desarrollo Urbano.
2. Planes o Programas Ecológicos del Territorio Nacional, correspondientes a la Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica.
3. Sistema Nacional de Areas Protegidas, a cargo de la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales.

#### V. Identificación de impactos ambientales

En esta sección se deberán identificar y describir los impactos ambientales provocados por el desarro-

llo de la obra o actividad durante las diferentes etapas. Para ello, se puede utilizar la metodología que más convenga al proyecto.

#### VI. Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados

En este apartado el proponente dará a conocer las medidas y acciones a seguir por el organismo interesado, con la finalidad de prevenir o mitigar los impactos que la obra o actividad provocará en cada etapa de desarrollo del proyecto.

Las medidas y acciones deben presentarse en forma de programa en el que se precisen el impacto potencial y la(s) medida(s) adoptada(s) en cada una de las etapas.

#### Conclusiones

Finalmente, con base en una autoevaluación integral del proyecto, el solicitante deberá realizar un balance (impacto desarrollo) en donde se discutirán los beneficios que genere el proyecto y su importancia en la economía local, regional o nacional, y la influencia del proyecto en la modificación de los procesos naturales.

#### Referencias

En este punto indicar aquellas fuentes que hayan sido consultadas para la resolución de este estudio.

XI.—La colecta científica sin el permiso correspondiente, y

XII.—Hacer uso del permiso para un fin distinto del que se facultó.

## CAPITULO XI

### *De control y vigilancia*

ARTICULO 34.—La violación a cualesquiera de las disposiciones contenidas en el presente Acuerdo será sancionada de conformidad con las disposiciones aplicables de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Federal de Caza, la Ley Federal de Derechos y demás leyes y reglamentos aplicables, independientemente de que motive la cancelación del permiso otorgado y, en su caso, el decomiso de los ejemplares, utensilios y equipo empleados en la comisión del ilícito.

ARTICULO 35.—La vigilancia del cumplimiento y observancia de las disposiciones contenidas en el presente Acuerdo, será competencia de la Dirección General.

ARTICULO 36.—Corresponde a la Dirección General y a las Delegaciones la realización de actos de inspección y vigilancia, la ejecución de medidas correctivas y la determinación de infracción y sanción administrativas, así como promover ante las autoridades competentes las acciones penales a que dé lugar los delitos cometidos.

## CAPITULO XII

### *De la interpretación del presente acuerdo*

ARTICULO 37.—El C. Subsecretario de Ecología queda facultado para interpretar a efectos administrativos del presente Acuerdo y para resolver las situaciones no previstas en el mismo.

ARTICULO 38.—Para los efectos del presente Acuerdo sobre el aprovechamiento de las aves canoras y de ornato indicadas en el artículo 8º, las especies autorizadas quedan sujetas a los periodos de aprovechamiento referidos en los artículos 19 y 20. Asimismo, se establece la estricta prohibición de la captura, aprovechamiento, transporte y posesión de las aves en veda a que se refiere el artículo 31 del propio ordenamiento.

ARTICULO 39.—Cuando por causa de fuerza mayor la Secretaría lo considere conveniente o necesario en beneficio del recurso, podrá establecer restricciones adicionales a las generales señaladas en este Acuerdo, si la actividad autorizada se considera que puede llegar a afectar las condiciones particulares de cualquier especie o de su hábitat.

Asimismo, podrá declarar la veda de alguna o algunas especies sujetas a aprovechamiento aun dentro de la vigencia de este Acuerdo.

## TRANSITORIOS

PRIMERO.—El presente Acuerdo entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

SEGUNDO.—Por este ordenamiento, se sustituye el Acuerdo que establece el calendario de captura, transporte y aprovechamiento racional de las aves canoras y de ornato correspondiente a la temporada 1988-1989 publicado en el *Diario Oficial* de la Federación de fecha 1º de julio de 1988.

TERCERO.—En tanto se expidan las disposiciones reglamentarias de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se seguirán aplicando las vigentes en todo aquello que no la contravenga.

CUARTO.—La Dirección General incluirá en el texto de los permisos que se expidan, las obligaciones y condiciones referidas en los artículos 17 y 27 del presente ordenamiento.

DADO en la Ciudad de México, Distrito Federal, el día primero del mes de julio de mil novecientos ochenta y nueve.—El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, *Patricio Chirinos Calero*.—Rúbrica.

### **INSTRUCTIVO PARA DESARROLLAR Y PRESENTAR LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA MODALIDAD INTERMEDIA A QUE SE REFIEREN LOS ARTICULOS 9º, 10 Y 11 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### I. INFORMACION GENERAL

##### 1. Datos del organismo proponente

- Nombre de la empresa u organismo proponente.
- Nombre y puesto del responsable del proyecto.
- Nacionalidad de la misma.
- Actividad principal de la empresa u organismo.
- Domicilio para oír y recibir notificaciones.

· Teléfono:

- Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental.

· Nombre:

· Razon Social:

· Registro SEDUE:

· Registro Federal de Contribuyentes:

· Domicilio para oír y recibir notificaciones:

· Teléfono:

## 2. Datos generales del proyecto

- Nombre del Proyecto.
- Naturaleza del Proyecto.
- Ubicación física del Proyecto.
  - Localización del predio, coordenadas del mismo y ubicación de las instalaciones en el predio.
- Superficie requerida.
- Tenencia y situación legal del predio.
- Vías de acceso.

## II. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA

### 1. Características del proyecto

Deberá explicar en forma detallada los aspectos que se enlistan a continuación:

- Objetivo del proyecto.
- Justificación del proyecto.

En este rubro se deberá incluir:

- Información sobre la demanda actual del bien o servicio, así como la evolución histórica de la relación Oferta/Demanda.
- Cuantificación de los proyectos que en un contexto local atienden la demanda, señalando la parte de la curva de demanda que la obra o actividad pretende cubrir.
- Alcances del proyecto en un ámbito federal, estatal, municipal u otro.
- Tiempo calculado durante el cual la obra o actividad propuesta cubrirá la demanda.
- Forma en que el proyecto propuesto se inserta en los planes federales, regionales y/o municipales.
- Política de crecimiento.
  - Indicar si cuentan con planes de ampliación de la obra, o de aumento en la producción, según sea el caso.
- Proyectos asociados.
  - Mencionar los proyectos en operación o futuros que tengan relación directa con la obra o actividad propuesta, incluyendo aquellos ubicados fuera de su jurisdicción.
- Programa general de trabajo.
- Calendarización de actividades.

### 2. Selección del sitio

En este apartado se deberán explicar claramente los criterios utilizados para seleccionar el sitio y se describirá el uso que se ha dado al predio.

- Criterios considerados en la selección del sitio en orden de importancia.
- Estudios preliminares de campo.
  - Tipo de estudios y duración de los mismos.
  - Preparación que el área o parte de ella requiere para los estudios de campo.
  - Material y equipo necesario en los estudios de campo.
- Uso actual del suelo en el sitio seleccionado y usos anteriores.
- Compatibilidad del proyecto con el uso del suelo en terrenos colindantes.
- Sitios alternativos.
  - Mencionar los sitios que hayan sido o estén siendo evaluados para la construcción de la obra o para el desarrollo de la actividad.
  - Explicar las causas que determinaron la selección de un sitio y no de otro.
  - Especificar si se han realizado estudios de impacto ambiental para los diferentes sitios.

### 3. Preparación del sitio y construcción

En este apartado se solicitará información relacionada con las actividades de preparación del sitio previas a la construcción, así como las actividades relacionadas con la construcción misma de la obra o con el desarrollo de la actividad.

- Personal requerido por etapas: cantidad y tiempo de ocupación.
- Obras y servicios de apoyo que se necesitarán durante la preparación del sitio y durante la construcción de la obra.
  - Ubicación de campamentos, letrinas, etc.
  - Material utilizado en las obras de apoyo.
  - Tipo de servicio.
  - Forma de abastecimiento.
  - Desmantelamiento de las obras y servicios de apoyo.
- Equipo utilizado, especificando si operará durante la preparación, construcción o ambas.
  - Tipo de equipo y cantidad.
  - Eficiencia de combustión de las máquinas.
  - Niveles de ruido producidos (dB).
- Material utilizado en la construcción de la obra.
  - Tipo y cantidad. Aclarar cuando se trató de algún recurso del área.
  - Bancos de material: localización, procedimiento de extracción, forma de traslado.

- Requerimientos de energía en cada etapa.
  - . Electricidad: fuente, potencia y voltaje, calendario de consumo diario.
  - . Combustible: tipo, origen, cantidad que será almacenada y forma de almacenamiento.
- Requerimientos de agua en cada una de las etapas.
  - . Tipo de agua (cruda o potable).
  - . Volumen utilizado por unidad de tiempo.
  - . Fuente.
  - . Traslado y forma de almacenamiento.
- Duración y etapas de la preparación del terreno.
- Tipo de obra civil requerida para la preparación del terreno.
 

En el caso de rellenos o nivelaciones, especificar:

  - . Volúmenes requeridos.
  - . Origen del material de relleno.
  - . Ubicación de los bancos de material.
  - . Forma de extracción.

En el caso de dragados, especificar:

  - . Volumen de material a extraer.
  - . Disposición final.
  - . Forma de traslado.
- Localización y superficie de la zona o zonas que serán afectadas por la preparación del terreno.
  - . Estimación cuantitativa y cualitativa de los recursos que serán alterados.
- Procedimiento de construcción. Etapas y duración de la construcción de la obra.
  - . Plano constructivo de la obra.
- Residuos generados durante la preparación del sitio y durante la construcción.
  - . Emisiones a la atmósfera. Tipo de emisiones y estimación cuantitativa de las mismas.
  - . Descarga de aguas residuales: estimación cuantitativa, cuerpo receptor.
  - . Residuos sólidos: tipo y disposición final.
  - . Otros.
- Medidas de seguridad y planes de emergencia ante posibles accidentes.

#### 4. Operación y mantenimiento

La información que a continuación se solicita, corresponde a la etapa de operación del proyecto. La

información se ha dividido en dos secciones: una general aplicable a todos los proyectos y un anexo válido para proyectos relacionados con la industria de la Transformación, Extractiva y/o de Tratamiento.

- Programa de Operación.
  - . Tiempo de operación diaria (horario).
  - . Calendario mensual de operación.
  - . Epoca de mayor actividad en el año.
  - . Personal utilizado y tiempo de ocupación.
- Programa de mantenimiento.
  - . Periodicidad del mantenimiento general.
  - . Tipo de reparaciones.
  - . Equipo utilizado.
  - . Material empleado.
- Requerimientos de mano de obra.
  - . Cantidad.
  - . Tiempo de ocupación.
  - . Políticas de contratación.
- Requerimientos de energía eléctrica.
  - . Consumo por unidad de tiempo. Desglose del uso de la energía (alumbrado, motores, etc.).
  - . Fuente de energía.
  - . Fuente alternativa de energía.
  - . Requerimientos a futuro por aumento de la capacidad instalada.
  - . Mantenimiento de instalaciones.
  - . Demanda local del servicio.
- Requerimientos de combustible.
  - . Tipo, calidad (características).
  - . Consumo por unidad de tiempo.
  - . Condiciones de combustión.
  - . Fuente.
  - . Forma de almacenamiento. Detalle constructivo del almacenamiento.
  - . Sitios proyectados para el abastecimiento de combustible.
  - . Forma de transportación.
  - . Medidas de seguridad en el manejo de combustibles.
- Requerimientos de agua cruda y potable.
  - . Tipo.
  - . Consumo por unidad de tiempo.
  - . Desgloses de los usos del agua.
  - . Fuente de suministro.

- . Fuentes alternativas.
- . Requerimientos excepcionales.
- . Factibilidad y programas de reciclaje, volúmenes.
- . Factibilidad y programas de tratamiento, volúmenes.

## ANEXO

En el siguiente apartado se solicita información que debe ser contestada por proyectos relacionados con la Industria de la Transformación, Extractivas, de Tratamiento y por cualquier proyecto que implique manejo de equipo o maquinaria pesada y procesos industriales.

### RESIDUOS

#### *Aguas residuales:*

- . Fuente(s) emisora(s).
- . Volúmenes generados por unidad de tiempo.
- . Composición química y biológica de las aguas residuales.
- . Temperatura de la descarga.
- . Cuerpo receptor.
- . Dinámica química de los residuos en el medio.
- . Toxicidad.
- . Vida media.

#### *Emisiones a la atmósfera:*

- Tipo de emisión.
- Fuente(s) emisora(s).
- Cantidad generada por unidad de tiempo.
- Dinámica química de la emisión en el medio.
- Toxicidad.
- Vida media.
- Olores, área circunvecina que se vería afectada por olores desprendidos.

#### *Residuos sólidos:*

- . Cantidad generada por unidad de tiempo.
- . Principales componentes de los residuos.
- . Manejo de los residuos:
  - . Forma de remoción.
  - . Periodicidad.
  - . Disposición final.
  - . Factibilidad de reciclaje. Programa, volumen.

#### *Derrames accidentales:*

- . Tipo, composición química.
- . Volúmenes aproximados.
- . Vida media.

Posibles accidentes y planes de emergencia para cada caso.

#### *Equipo*

- . Tipo y cantidad.
- . Operación por unidad de tiempo.
- . Niveles de ruido (dB) por equipo.
- . Eficiencia de combustión.
- . Ubicación del equipo en las instalaciones. Esquema General.
- . Medidas de seguridad en la operación del equipo.
- . Mantenimiento del equipo. Periodicidad.
- Descripción del proceso industrial indicando las fases del proceso.
- Materia prima por fase de proceso.
  - . Tipo. Especificar: toxicidad, inflamabilidad, corrosividad, volatibilidad, etc.
  - . Cantidad.
  - . Procedencia. Si se trata de algún recurso natural del área especificar:
    - . Tipo.
    - . Forma de extracción.
    - . Volumen.
    - . Estimación del volumen total que será utilizado y la duración del aprovechamiento.
  - . Forma de almacenamiento. Medidas de seguridad.
  - . Forma de transportación. Medidas de seguridad.
- Insumos por fase de proceso.
  - . Tipo.
  - . Cantidad.
  - . Procedencia.
  - . Transportación. Medidas de seguridad.
  - . Forma de almacenamiento. Medidas de seguridad.
- Subproductos por fase de proceso.
  - . Tipo.
  - . Volumen.
  - . Transportación.
  - . Forma de almacenamiento.



Medidas de seguridad en transportación y almacenamiento.

— Productos finales.

Tipo.

Cantidad.

Transportación.

Forma de almacenamiento.

Medidas de seguridad en transportación y almacenamiento.

5. *Etapas de abandono del sitio al término de su vida útil*

En este apartado se deberá describir el destino que se dará al sitio y sus alrededores al término de su vida útil, especificando:

— Estimación de vida útil.

— Programa de restitución del área.

— Planes de uso del área al concluir la vida útil del proyecto.

### III. ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO

#### 1. *Medio natural*

La información que se solicita en este apartado corresponde a la descripción del medio natural, tanto del predio en el que se desarrollará la obra o actividad como del área de influencia determinada para el proyecto.

Se deberá poner especial atención en aquellos aspectos del medio natural que puedan resultar particularmente afectadas en cada una de las etapas; desde la selección del sitio hasta la operación misma del proyecto. La información que cubra estos aspectos deberá presentarse en forma clara, completa y detallada.

Como punto de apoyo para la evaluación del sitio que se propone, así como de su área de influencia, será necesario anexar material gráfico, cartográfico y fotografías.

##### 1.1 *Área de influencia*

La delimitación del área de influencia se deberá realizar tomando en cuenta los efectos que la obra o actividad tendrá sobre el medio natural en cada una de las etapas del desarrollo del proyecto. Para ello, deben ser considerados no sólo los efectos directos o a corto plazo, sino también aquellos que se manifiesten a mediano y largo plazo.

Las modificaciones sobre el medio pueden ser de carácter positivo o negativo, entendiéndose que en ambos casos hay un cambio a partir del estado original, por lo que deberán ser considerados en la delimitación de la zona o zonas en los que el proyecto incidirá.

El área en la cual incidirá el proyecto en el medio natural difiere sustancialmente de la del medio socioeconómico, por lo cual en este punto sólo deberán ser consideradas aquellas variables que incidan sobre el medio natural.

Debido a la dificultad que representa el delimitar con exactitud el área de influencia y dada la importancia que ello representa, se sugiere utilizar la subdivisión en cuencas hidrológicas que se ha desarrollado para la República Mexicana, apoyado en el hecho de que algunos estudios de Ecología demuestran que una planificación adecuada debe considerar a la cuenca como una unidad mínima integral de manejo.

Sin embargo, tomando en cuenta el hecho de que en nuestro país las cuencas hidrológicas abarcan grandes extensiones, se considera más apropiado para este nivel de evaluación, reportar la información en unidades más pequeñas: subcuencas.

Es importante señalar la relevancia que implica contar con una área de influencia lo más representativa posible, ya que la estabilidad y permanencia de los ecosistemas dependen en gran medida del manejo y control de las fuerzas desestabilizadoras que actuarán sobre él, y la idea de tomar como área de influencia una unidad completa de manejo (la subcuenca) garantiza una visión integral de sus componentes y de la factibilidad de sus cambios en el sistema.

#### A. Delimitación del área de influencia

En este punto deberá precisar qué criterios utilizó para la delimitación del área de influencia, considerando cualquiera de las dos opciones que se plantean.

Área de influencia determinada.

Alcances.

Argumentos y criterios utilizados para su delimitación.

Ubicación del sitio de acuerdo con la clasificación de cuenca-subcuenca.

Subcuenca en que se inserta la obra o actividad proyectada.

##### 1.2 *Rasgos físicos*

#### A. Climatología

— Tipo de clima.

— Temperaturas.

Promedio: diaria, mensual, anual.

Máxima y mínima extremas (mensuales).

— Humedad relativa.

Media mensual.

Máxima y mínima extremas.

- Precipitación.
  - . Frecuencia, distribución.
  - . Período(s) de sequía.
  - . Variaciones del régimen pluvial.
  - . Precipitación anual.
  - . Precipitación promedio mensual.
  - . Lluvia máxima en 24 horas (lluvias torrenciales).
- Presión atmosférica.
  - . Media anual.
- Nubosidad e insolación.
  - . Promedios anuales.
  - . Meses con valores máximos y mínimos.
- Velocidad y dirección del viento.
  - . Rosas estacionales y anuales y su velocidad media en metros/segundos.
  - . Frecuencia de calmas (si se dispone de información).
  - . Altura de la capa de mezclado del aire.
  - . Calidad del aire (si se dispone de información).
- Estabilidad atmosférica de Pasquill.\*
  - . Frecuencia anual.
- Intemperismos severos.
  - . Frecuencia de nevadas.
  - . Frecuencia de heladas.
  - . Frecuencia de granizadas.
  - . Frecuencia de huracanes.

— Modelo matemático de dispersión de contaminantes.

Se debe aplicar un modelo de este tipo cuando el volumen de la emisión rebasa los límites que establece la reglamentación vigente al respecto, y debe contener la siguiente información:

- . Concentraciones máximas a nivel de piso.
- . Trazado de las isopleas correspondientes para los valores contenidos en el "Acuerdo que establece los lineamientos para determinar el criterio que servirá de base para evaluar la calidad del aire en un determinado momento".\*\*

\* Pasquill, F. Atmospheric Dispersion of Pollution, Quart. J. Roy Meteorol. Soc., vol. 97, No. 414, Oct, 1971, pp. 369-395.

\*\* Publicado en el *Diario Oficial* de la Federación del 29 de noviembre de 1982.

Fuentes aéreas, puntuales o una combinación de ambas.

Altura promedio de la capa de mezcla del aire.

## B. Geología

- Geología histórica del lugar de interés.
- Grandes unidades geológicas (provincias fisiográficas).
- Descripción litológica del área.
- Formaciones geológicas (estratigrafía).
- Actividad erosiva predominante.
- Porosidad, permeabilidad y resistencia de las capas geológicas.
- Localización de áreas susceptibles de sismicidad, deslizamientos, derrumbes y otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.
- Geología económica.

## C. Geomorfología

- Características del relieve.
- Orientación.
- Altura.
- Pendientes.

## D. Suelo

- Descripción de las propiedades físicas y químicas del suelo.
  - . Textura del área donde se desarrollará el proyecto.
  - . Estructura.
  - . Porosidad.
  - . Color.
  - . Perfiles.
  - . pH.
  - . Contenidos de materia orgánica.
  - . Sodicidad.
  - . Contenido de sales.
  - . Clasificación del suelo.
  - . Grado de erosión (natural y artificial).
- Uso actual del suelo.
- Uso potencial del suelo.

## E. Hidrología

La información que se solicita en este rubro corresponde a la descripción de la subcuenca y/o área influencia en la que el proyecto se localizará, a excepción del primer bloque en el que se solicita información a nivel de cuenca hidrológica.

— Cuenca hidrológica.

Caracterización de la cuenca de acuerdo con la siguiente información:

- . Definición de la cuenca.
- . Zona de mayor infiltración.
- . Avenidas (máximas y extraordinarias).
- . Precipitaciones (periodos, duración y volumen anual).
- . Cuerpos de agua (lagos, lagunas y presas).
- . Ríos superficiales principales.
- . Zonas con riesgo de inundación.
- . Ríos subterráneos (dirección).

— Cuerpos de agua.

Caracterización de lagos, lagunas y presas que se localicen a corta distancia del proyecto y/o de aquellos cuerpos de agua que de alguna forma tendrán relación con la obra o actividad proyectada.

- . Localización.
- . Clasificación y descripción técnica.
- . Volumen promedio.
- . Contornos litorales.
- . Unidades líticas y breve descripción de la dinámica del suelo.
- . Porcentaje de asolvamiento.
- . Estratigrafía del agua.
- . Balance hídrico.
- . Calidad del agua.
- . Parámetros físicos.
- . Descargas residuales que recibe.
- . Problemas registrados (asolve, eutroficación, contaminación, otros).
- . Usos principales.

— Ríos superficiales.

Caracterización de los ríos que se encuentran localizados a corta distancia del proyecto y/o de aquellos que de alguna forma tendrán relación con la obra o actividad (extracción de agua, descarga de residuos, etc.).

- . Clasificación y descripción técnica.
- . Unidades líticas y breve descripción de la dinámica del suelo (del fondo y taludes).
- . Volumen de escorrentía.
- . Avenidas máximas extraordinarias.
- . Transporte de material (suspensión y de fondo).
- . Calidad del agua.
- . Parámetros físicos.

Usos principales aguas abajo.

- . Descargas residuales que recibe.
- . Problemas registrados (contaminación, sobreexplotación, modificación de su cauce, otros).
- . Zonas navegables.

— Drenaje subterráneo.

Caracterización del drenaje subterráneo a nivel de subcuenca y/o área de influencia.

- . Infiltración.
- . Nivel de percolación.
- . Profundidad del manto.
- . Caudal y dirección.
- . Usos y calidad del agua.
- . Localización de pozos y manantiales.
- . Grado de aprovechamiento (explotado, subexplotado, otro).

— Si el volumen de las descargas de aguas residuales excediera el nivel permitido que establece la reglamentación vigente, se deberá incluir la siguiente información del cuerpo receptor:

- . Variaciones de gasto de influentes.
- . Velocidad y nivel de agua.
- . Modelo hidrodinámico con características de dispersión.

F. Oceanografía

- Tipo de costa.
- Ambientes marinos costeros (descripción).
- Ambientes marinos no costeros (descripción).
- Descripción de parámetros físicos y químicos.

- . Corrientes superficiales, profundas y de retorno.
- . Velocidad.
- . Dirección.
- . Oleaje.
- . Mareas.
- . Temperatura.
- . Turbidez.
- . Sólidos sedimentables.
- . pH.
- . Nutrientes.
- . Oxígeno.
- . Salinidad.
- . DBO.
- . DQO.

- Descripción de las características bacteriológicas del agua.
  - . Alturas máximas extraordinarias.
- Frecuencia de maremotos.
  - . Bancos.
  - . Arrecifes o bajo fondos.
  - . Diferentes tipos de sedimentos.
- Batimetría.
  - . Bancos.
  - . Arrecifes o bajo fondos.
  - . Diferentes tipos de sedimentos.
- Si el proyecto contempla modificaciones en la velocidad y dirección de las corrientes será necesario anexar un modelo hidrodinámico con características de dispersión.

### 1.3 Rasgos biológicos

En esta sección se deberá presentar la información de acuerdo con los alcances del proyecto, ya sea acuático, terrestre o ambos. Por otra parte se debe hacer referencia a la metodología utilizada en los estudios de flora y fauna y/o la fuente(s) de información consultada, en el caso de que se trate de un área estudiada.

#### A. Vegetación

##### a) Vegetación terrestre:

Características de la comunidad.

- Tipo de vegetación.
- Diversidad.
- Estratificación (perfil vegetacional).
- Especies dominantes.
  - . Forma de crecimiento.
  - . Distribución.
  - . Abundancia y densidad relativa.
- Especies de interés comercial.
  - . Potencial productivo del área.
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.
  - . Abundancia relativa.
- Especies de valor cultural para etnias o grupos locales.
- Especies introducidas o que pretenda introducir el proyecto o actividad.

##### b) Vegetación acuática:

Características de la comunidad.

- Tipo de vegetación.
- Diversidad.
- Especies dominantes.

- . Forma de crecimiento.
- . Distribución estacional.
- . Abundancia y densidad relativa.
- Especies de interés comercial.
  - . Potencial productivo del área.
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.
  - . Abundancia relativa.
- Especies introducidas o que pretenda introducir el proyecto o actividad.

#### B. Fauna

##### a) Fauna terrestre:

- Diversidad de especies.
- Especies dominantes.
- Abundancia relativa.
- Zonas de reproducción.
- Corredores (rutas migratorias).
- Especies migratorias.
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.
- Especies de interés cinegético y periodo vedas.
- Especies de interés comercial.
- Especies con valor cultural para etnias o grupos locales.
- Principales plagas reportadas y/o fauna nociva.
- Especies introducidas o que pretenda introducir el proyecto o actividad.

##### b) Fauna acuática:

- Diversidad de especies (plancton, bentos, necton).
- Abundancia relativa.
- Cambios estacionales.
- Zonas de reproducción.
- Corredores (rutas migratorias).
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.
- Especies de interés comercial.
  - . Potencial productivo del área.
- Especies introducidas o que pretenda introducir el proyecto o actividad.

#### C. Caracterización del área

El objetivo que se persigue en este apartado es que el proponente manifieste, en forma gráfica, aquellos factores necesarios para la caracterización del

Natural, de manera que pueda servir de apoyo para una evaluación integral de las condiciones del mismo, con anterioridad al desarrollo de la obra o actividad que se propone.

Con base en la información manifestada en los apartados I y II del Medio Natural y como un complemento de la misma, se deberá presentar gráficamente la distribución de las comunidades vegetales y animales, así como aquellos elementos que deban ser resaltados por sus condiciones particulares (culturales, históricas, turísticas, etc.).

Como punto de apoyo, se sugiere acompañar el esquema de un texto en el que se dé una breve descripción de las características particulares de los elementos que hayan sido considerados.

La caracterización que se solicita deberá ser tanto del área en que se pretende desarrollar el proyecto, así como su área de influencia y/o subcuenca determinada para el mismo, y deberá considerar la presencia de:

a) *Rasgos geológicos y geomorfológicos:*

— En este punto se considerará la presencia de:

Volcanes y montañas, valles intermontanos y llanos, cañones, paredes y columnas basálticas, monolitos y rocas sobrepuestas, oquedades, dunas y médanos, áreas fósiles, islas, arrecifes y cabos, bahías y/o playas, etc.

b) *Rasgos hidrológicos:*

— Se deberá considerar la presencia de:

Lagos y lagunas continentales, lagos cráter y oxalapasos, cenotes, oasis, lagunas litorales, marismas, esteros, manantiales, represamientos, corrientes superficiales, zonas de recarga de mantos freáticos, cascadas, otros.

c) *Rasgos fitogeográficos:*

— Se deberán considerar las comunidades que se encuentran en puntos distintos y reúnen características comunes, poniendo especial atención a las fronteras o límites entre una y otro tipo en el espacio. Señalando, además, áreas perturbadas, áreas de cultivo, lugares de observación de flora, etc.

d) *Rasgos zoogeográficos:*

— Se deberán considerar los hábitats presentes (ayudándose de los rasgos fitogeográficos), señalando aquellas zonas en donde fueron detectados los puntos que se reportan en el punto III, 1.3 del Medio Natural y sitios de especial importancia como zona

de reproducción, lugares de caza y pesca, estaciones de migración, etc.

e) *Áreas protegidas:*

— Señalar zonas que se encuentren o que debieran ser protegidas por sus características particulares.

Para ello se deberá considerar:

Reservas de la biosfera, reservas especiales de la biosfera, parques nacionales, monumentos nacionales, parques marinos nacionales, áreas de protección de flora y fauna, parques urbanos, zonas sujetas a conservación ecológica y todas aquellas subdivisiones que marca la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

2. *Medio socioeconómico*

En este apartado se solicitará información referente a las características sociales y económicas del área en que se desarrollará la obra o actividad proyectada y de su área de influencia.

En el medio socioeconómico, al igual que en el medio natural, es importante delimitar el área en la que el proyecto creará modificaciones (área de influencia) tanto positivas como negativas, y presentar la información de los municipios y/o localidades en que incidirá, en forma clara y concisa, para lograr una correcta evaluación de la obra o actividad propuesta.

2.1 *Rasgos sociales*

En este rubro se deberá presentar la información sobre los aspectos sociales en forma clara y concisa, indicando en los puntos de población y servicios la distancia que los separa del predio.

A. *Población*

- Retrospectiva de 10 años.
- Población total.
- Tasa de crecimiento natural.
- Población económicamente activa.
- Grupos étnicos (del sitio y sus alrededores).
- Movimiento migratorio (emigración e inmigración).

Factores que propician el movimiento migratorio.

B. *Empleo*

- Empleo por rama de actividad.
- Salario mínimo vigente.
- Nivel de ingreso per cápita.

## C. Servicios

- Medios de comunicación.
- Medios de transporte.
- Servicios públicos.
- Educación.
- Salud.
- Vivienda.
- Zonas de recreo.

## 2.2 Rasgos económicos

En este rubro deberá detallar la información que se requiere referente a las características económicas del área y la distancia que los separa del predio en que se pretende instalar la obra o actividad.

## A. Economía de la región

- Autoconsumo.
- De mercado (local, regional, otro).

## B. Tenencia de la tierra

- Formas de tenencia y/o usufructo de la tierra.
- Precio de la tierra.
- Formas de organización.

## C. Actividades productivas

- Agropecuario.
- Forestal.
- Pesca.
- Industrial.
- Comercial.

## III. CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS

Indicar si la obra o actividad creará modificaciones en el sitio y su área de influencia en las partes que a continuación se señalan, describiendo las características de dicha modificación.

- Mano de obra.
- Demografía (emigración e inmigración).
- Interacción de los núcleos poblacionales.
- Grupos étnicos.
- Actividad(es) productiva(s).
- Tipo de economía (local, regional, otra).
- Canales de comercialización.
- Forma de tenencia y/o usufructo de la tierra.
- Precio de la tierra.
- Nivel de ingreso per cápita.
- Servicios (comunicación, transporte, servicios públicos, educación, salud, vivienda, zonas de recreo).

## IV. VINCULACION CON LAS NORMAS Y REGULACIONES SOBRE USO DEL SUELO

En este apartado, el solicitante deberá consultar a la Secretaría de Desarrollo Urbano Estatal o Federal para verificar si el uso que pretende darse al suelo corresponde al establecido por las normas y regulaciones.

Los elementos que deberán considerarse son:

1. Plan Director Urbano, correspondiente a la Dirección General de Desarrollo Urbano.

2. Planes o Programas Ecológicos del Territorio Nacional, correspondientes a la Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica.

3. Sistema Nacional de Areas Protegidas, a cargo de la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales.

## V. IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES QUE OCASIONARIA LA EJECUCION DEL PROYECTO EN SUS DISTINTAS ETAPAS

## 1. Identificación de impactos ambientales

En esta sección se deberán identificar y describir los impactos ambientales provocados por el desarrollo de la obra o actividad durante las diferentes etapas. Para ello, se puede utilizar la metodología que más convenga al proyecto.

## 2. Descripción del escenario ambiental modificado

En este punto se procederá a describir la posible conformación del medio como consecuencia de la modificación de su dinámica natural. Para ello, se deberán considerar las características particulares del área anteriores al desarrollo del proyecto, así como los impactos ambientales más significativos que el medio sufrirá al ejecutarse la obra o actividad que se proyecta.

Es necesario, además, describir detalladamente los impactos ambientales detectados, destacando su origen, evolución, incidencia y repercusión sobre el o los elementos del medio que serán afectados. También se deberá resaltar la posible interrelación entre los impactos, misma que en determinado momento podría ocasionar que actuaran con una magnitud superior.

## VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

En este apartado el proponente dará a conocer las medidas y acciones a seguir por el organismo interesado, con la finalidad de prevenir o mitigar los impactos que la obra o actividad provocará en cada etapa de desarrollo del proyecto.

Las medidas y acciones deben presentarse en forma de programa en el que se precise el impacto potencial y la(s) medida(s) adoptada(s) en cada una de las etapas.

### Conclusiones

Finalmente, con base en una autoevaluación integral del proyecto, el solicitante deberá realizar un balance (impacto-desarrollo) en donde se discutirán los beneficios que genere el proyecto y su importancia en la economía local, regional o nacional y la influencia del proyecto en la modificación de los procesos naturales.

### Referencias

En este punto, indicar aquellas fuentes que hayan sido consultadas para la resolución de este estudio.

## INSTRUCTIVO PARA DESARROLLAR Y PRESENTAR LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA MODALIDAD ESPECIFICA A QUE SE REFIEREN LOS ARTICULOS 9º Y 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

### I. DATOS DEL ORGANISMO PROPONENTE

- Nombre del proyecto.
- Nombre y puesto del responsable del proyecto.
- Nombre de la empresa u organismo proponente.
- Nacionalidad de la empresa u organismo.
- Actividad principal de la empresa u organismo.
- Experiencia en el ramo de la obra o actividad que se propone.
- Domicilio y teléfono para oír y recibir notificaciones.
- Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental:
  - Nombre.
  - Razón Social.
  - Registro SEDUE.
  - Registro Federal de Contribuyentes.
  - Domicilio para oír y recibir notificaciones.
  - Teléfono.
- Identificación de empresas u organismos que coparticipan en el proyecto.

### II. DESCRIPCION Y JUSTIFICACION DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA

El presente capítulo se ha subdividido en varios apartados y en cada uno de ellos se han manejado

las líneas de información mínima que deben cubrirse en el momento de la elaboración de la manifestación. Si el proponente decide que deben incorporarse más elementos, podrá hacerlo sin excluir la información que aquí se solicita. Se trata de crear un marco de referencia que permita al evaluador manejar una idea global y completa de la obra o actividad que se pretende desarrollar, desde una perspectiva de desarrollo y de producción y con una visión exhaustiva de las alteraciones que su ejecución ocasionaría al medio natural y socioeconómico.

Cuando el proyecto se ubique en una zona difícil de delimitar: más de un predio, o grandes extensiones del territorio (ductos, líneas férreas, carreteras, etc.), la información que se solicita deberá corresponder a cada una de las zonas incluidas.

#### 1. Características del proyecto

En primera instancia se deberá desarrollar detalladamente la información correspondiente a la naturaleza, objetivos y justificación de la obra o actividad que se pretende ejecutar. En relación con la justificación, se deberán manejar una serie de elementos que dejen clara la necesidad de desarrollar tal proyecto, elementos tales como su inserción en los Planes Federales, Regionales y/o Municipales, los alcances que tendría en un ámbito federal, estatal, municipal, etc. Por otra parte se debe hacer referencia a la demanda actual e histórica, en un contexto local, del bien o servicio que pretende prestarse con el proyecto y la forma en que éste se ha venido cubriendo. En este sentido es importante resaltar el papel que la obra o actividad tendría en atención a la demanda, señalando la parte de la curva de demanda que la obra o actividad cubriría.

Es importante informar acerca de otras obras y/o actividades asociadas a la propuesta; en este orden de ideas se deberá hacer mención de aquellos proyectos que ya estén en operación y de los que se vayan a instrumentar, incluyendo aquellos que se ubiquen fuera de la jurisdicción de la obra o actividad que se propone.

Muy relacionado con este aspecto es el que tiene que ver con las políticas de crecimiento que la empresa u organismo tengan proyectadas para esta obra o actividad: en este sentido se deberá informar de los planes de ampliación de las obras o de aumento de la producción que a corto, mediano o largo plazo se pretenda poner en práctica, indicando en forma cuantitativa el posible crecimiento.

Finalmente, se deberá anexar el Programa General de Trabajo con la calendarización de las actividades, señalando claramente los plazos en que se irán cubriendo.

#### 2. Selección del sitio

En este punto se deberá especificar la ubicación del sitio elegido, indicando coordenadas, la superficie que ocupa el predio, así como la situación legal y tipo de tenencia del mismo, es necesario complemen-

tar la información con mapas de localización del predio y fotografías aéreas de la zona.

Por otra parte, deberán explicarse detalladamente los criterios considerados para la selección del sitio, incorporando en el análisis a otros sitios que hayan o estén siendo evaluados y que representen una alternativa al sitio propuesto; en este sentido es necesario establecer claramente los factores que llevaron a considerar al sitio propuesto con respecto a otro(s), y aquellos que resultaron negativos o desfavorables para los otros sitios, factores que pueden ser elementos importantes en la evaluación del Proyecto. En el caso de que alguno de estos sitios haya sido sometido a una Evaluación de Impacto Ambiental, se deberá informar brevemente el dictamen obtenido.

En relación con las características del terreno seleccionado, se deberá indicar el uso actual del suelo y el uso o usos que se le ha(n) destinado, de acuerdo con las diferentes normas y regulaciones que se han dictado al respecto: Plan Director Urbano, Planes o Programas Ecológicos del Territorio Nacional y Sistema Nacional de Areas Protegidas. Como información complementaria se deberá indicar el uso del suelo en los predios colindantes al propuesto.

Cuando en la selección del sitio se requieran estudios de campo, se deberá anexar una descripción de los trabajos realizados, la duración de los mismos, la preparación que requiere el área o parte de ella y el tipo de material y equipo necesario.

### 3. Preparación del sitio y construcción

La información que se presente para describir la etapa de preparación del terreno, debe proporcionar al evaluador una idea completa de los cambios que se manifestarán en el medio natural, como consecuencia de las actividades preparativas. Se deberá indicar primeramente la duración de las obras de preparación y el tipo o tipos de obra(s) civil que se pondrán en práctica para tal fin.

Por cada obra civil que se pretenda llevar a cabo, se deberá informar detalladamente la localización y superficie de la zona o zonas que serán afectadas en el acondicionamiento del sitio, además de una cuantificación de los recursos que se verán modificados; en este sentido se deberá indicar el uso que se le dará o la disposición final de los mismos.

De la misma forma, en el caso de la etapa de construcción se deberá informar la duración, la calendarización de actividades por etapa de construcción y se deberá anexar el plano o planos de ubicación de las obras y el plano constructivo, señalando en él los avances por etapas.

En relación con los recursos humanos que participarán en estas etapas, es necesario proporcionar una relación del personal ocupado, el nivel de especialización, el tiempo de ocupación, así como su procedencia.

Con respecto a las obras y servicios de apoyo que se adoptarán en estas etapas, es indispensable para su

evaluación conocer detalladamente el tipo de obras provisionales que se construirán, especificando localización en el terreno y la superficie que ocuparán. Por otra parte, se deberá destinar un apartado en el que se describan las condiciones del o de los campamentos, indicando el número de cuartos, el tipo de servicios que se requerirán, la forma de abastecimiento de combustible, alimento, agua potable, electricidad, etc., la ubicación de letrinas y, en general, las medidas sanitarias que se implantarán para el funcionamiento adecuado. En el mismo orden de ideas, se deberá informar sobre las condiciones de salud: tipo de atención, medidas de seguridad, medidas de prevención de accidentes e historial epidémico registrado en alojamientos similares, ubicados en la misma zona.

La información que se incluya en relación al equipo que se utilizará, tanto en la etapa de preparación como en la de construcción, deberá tomar en cuenta especificaciones muy puntuales que pueden presentarse en forma de cuadros. Estas especificaciones son el tipo de maquinaria, la cantidad de máquinas por tipo, el tiempo de ocupación por día o por alguna unidad de tiempo. Otros parámetros importantes que deben indicarse son: la eficiencia de combustión de las máquinas y los niveles de ruido producidos (dB).

En relación al material empleado en ambas etapas se deberá indicar el tipo y cantidad que se ha o será utilizado, especificando forma de traslado y procedencia. Si se pretende utilizar recursos naturales de la zona, se deberá indicar la ubicación y la cantidad que se extraerá, los métodos de extracción y la forma de traslado del mismo.

En el caso de que se pretenda utilizar algún tipo de explosivo, se deberá informar el tipo y cantidad, y los lugares en que serán empleados.

La utilización de energía durante estas etapas debe detallarse en función del origen o suministro de electricidad y combustible. Además de indicar la fuente, se deberá especificar la potencia y voltaje de la energía eléctrica y el consumo diario o por alguna unidad de tiempo. En el caso del combustible, es necesario conocer el sitio, la cantidad que se mantendrá almacenada, su calidad, y la forma en que se almacenará. También se deberá dar a conocer el tipo, cantidad empleada por unidad de tiempo y origen del agua que se empleará tanto en la etapa de preparación del sitio como en la construcción de la obra.

Con el objetivo de tener conocimiento de los residuos que se generarán en estas etapas, en todos los casos la información debe manejarse en términos cualitativos y cuantitativos: emisiones a la atmósfera, residuos sólidos, aguas residuales, ruido, etc. Por otra parte se indicará su destino final o cuerr receptor, según sea el caso.

Finalmente, se anexarán las medidas de seguridad a los planes de emergencia que la empresa u organismo tiene previstos, ante posibles accidentes.



#### 4. Operación

La información que se solicita en este apartado corresponde a la etapa de operación de la obra o al desarrollo de la actividad. Esta etapa del Proyecto comprende una serie de acciones de diversa complejidad, dependiendo de la naturaleza del proyecto. Dada la magnitud de las obras o actividades que deben proceder a esta modalidad de Manifestación de Impacto Ambiental, se deberá colocar especial atención en la descripción de los procesos, procedimientos, tecnología, y recursos que serían utilizados. Esta información debe ser exhaustiva en el caso de proyectos relacionados con la industria de transformación, extractiva y/o de tratamiento.

Los puntos que deberán ser cubiertos en forma detallada son: el Programa de Operaciones, incluyendo un diagrama de flujo, los recursos humanos que se requerirían y su nivel de especialización, así como la política de contratación que la empresa u organismo seguirá.

En relación con la energía y agua, los elementos que deben manejarse para esta etapa son los mismos que se piden en el apartado anterior; otros elementos que deben incluirse son, en primer término, una estimación de la demanda local de estos servicios, así como los requerimientos excepcionales y la periodicidad de los mismos. También se debe informar de las fuentes alternativas de suministro que estén siendo consideradas. Para el caso específico del combustible, se deberá tomar en cuenta, además de las condiciones de combustión, la forma de almacenamiento, la forma en que será transportado y las medidas de seguridad para cada caso.

También en esta etapa es necesario realizar una estimación cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos, de las aguas residuales y de las emisiones a la atmósfera, así como la posible dinámica química de los contaminantes en el medio, su toxicidad y vida media. También será necesario especificar la disposición final de los residuos y las características del cuerpo receptor. En cada uno de los casos se deberá indicar la factibilidad de reciclaje o tratamiento, así como las medidas que serán adoptadas para mitigar el impacto que se pueda ocasionar al medio.

En el caso de generación de ruido y/u olores, indicar las áreas aledañas que se verían afectadas y estimar cuantitativa y cualitativamente los niveles producidos.

#### 5. Mantenimiento

En este apartado se deberá hacer un desglose del programa diseñado para el mantenimiento de la obra actividad. La información mínima que se deberá presentar es: el Programa de Mantenimiento, la periodicidad con la que se efectuará el servicio general, los recursos humanos que se necesitarán para la realización de tal tarea, indicando el nivel de especialización. Por otra parte se deberán enlistar los materiales que serán utilizados para dar el manteni-

miento, especificando la localización de los sitios de almacenamiento y las medidas de seguridad que se implantarán.

Es importante, sobre todo, en el caso de industrias o cualquier actividad que requiera de maquinaria pesada, reportar su vida útil y las medidas que serán adoptadas al término de la misma.

Finalmente, de igual forma que para las etapas anteriores, se deberá realizar una estimación cualitativa y cuantitativa de los residuos generados en esta actividad y las medidas que se adoptarán para su disposición final.

### III. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL CON ANTERIORIDAD A LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La preparación de una Manifestación de Impacto Ambiental requiere de la descripción detallada de las condiciones del ambiente anteriores a la instrumentación del Proyecto. Para lograr esto, es necesario definir claramente tanto el área total donde se ubicará el Proyecto, como el área en que incidirá, es decir, el Área de Influencia.

Para la delimitación del Área de Influencia se deberán tomar en cuenta los efectos de la obra o actividad sobre el medio natural, en cada una de las etapas del desarrollo del Proyecto. Por tal motivo se considerarán no sólo los cambios directos o a corto plazo, sino también aquellos que se manifiesten a mediano y largo plazo.

Las modificaciones sobre el medio natural pueden ser de carácter positivo y de carácter negativo; en ambos casos se manifestará un cambio a partir del estado original, fenómeno que deberá considerarse en la delimitación de la zona o zonas en las que el Proyecto influirá.

El área en el medio natural, en la cual el Proyecto incidirá, difiere sustancialmente de la del medio socioeconómico, por lo cual se deberán considerar aquellas variables que intervengan en cada una de las áreas; como resultado de estas diferencias será necesario delimitar un área o áreas de influencia para cada caso.

Considerando la magnitud del proyecto que se plantea, y partiendo de la importancia que representa el mantener la estabilidad del medio, la información que se solicita en este apartado deberá ser lo más representativa posible, con la idea de lograr una correcta evaluación de la obra o actividad que se propone.

Muchas veces resulta difícil definir el área exacta que está siendo impactada por las actividades propuestas; es importante lograr una buena aproximación; en este sentido se sugiere tomar como base las distintas regionalizaciones que se han desarrollado para el ordenamiento del país. En términos generales una región es un área homogénea de acuerdo con

ciertos indicadores físicos, biológicos o socioeconómicos.

Las regionalizaciones del país son varias y, en general, tienden a ser muy específicas, por lo que se deberá decidir por la más adecuada para el Proyecto.

Una vez conocida el área o áreas en que incidirá el proyecto, se procederá a describir el escenario ambiental, entendido como la zona que integra el sitio seleccionado y su área de influencia. El escenario ambiental será descrito por diversos factores ambientales —aire, agua, clima, geología, suelo, flora, fauna y hombre— factores integrados en tres grandes grupos: factores físicos, factores biológicos y factores socioeconómicos.

Se deberá poner especial atención en aquellos aspectos que puedan resultar, particularmente afectados en cualquiera de las etapas del desarrollo del proyecto: desde la selección del sitio hasta la operación. La información que cubra estos aspectos deberá ser de actualidad y corroborada en campo. Cuando no exista información disponible, ésta deberá obtenerse en estudios de campo, señalando la metodología utilizada y el tiempo destinado. Como complemento de esta información será necesario agregar material gráfico, cartográfico y aerofotografías.

La importancia de cada factor ambiental, y las características particulares del Proyecto determinarán la amplitud y profundidad con que se debe hacer la descripción. La información mínima que debe contener se detalla en los siguientes puntos.

Se pone en conocimiento del organismo solicitante que cuando la información proporcionada no sea suficiente para evaluar el Proyecto, la Secretaría hará uso del artículo 13 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental, donde se pone de manifiesto su capacidad para solicitar información adicional.

### 1. Área de influencia

- Límites establecidos para el área o áreas de influencia.
- Argumentos y criterios utilizados en su delimitación.

#### 1.1 Factores físicos

##### A. Climatología

- Tipo de clima.
- Temperaturas.
  - Promedio: diaria, mensual, anual.
  - Máxima y mínima extremas (mensuales).
- Humedad relativa.
  - Media mensual.
  - Máxima y mínima extremas.

- Precipitación.
  - Frecuencia, distribución.
  - Periodo(s) de sequía.
  - Variaciones del régimen pluvial.
  - Precipitación anual.
  - Precipitación promedio mensual.
  - Lluvia máxima en 24 horas (lluvias torrenciales).
- Presión atmosférica.
  - Media anual.
  - Media mensual.
- Nubosidad e insolación.
  - Promedios anuales.
  - Meses con valores máximos y mínimos.
- Velocidad y dirección del viento.
  - Rosas estacionales y anuales y su velocidad media en metros/segundo.
  - Frecuencia de calmas.
  - Altura de la capa de mezclado del aire.
- Estabilidad atmosférica de Pasquill.\*
  - Frecuencia anual.
- Intemperismos severos.
  - Frecuencia de nevadas.
  - Frecuencia de heladas.
  - Frecuencia de granizadas.
  - Frecuencia de huracanes.

##### B. Geología

- Geología histórica del lugar de interés.
- Grandes unidades geológicas (provincias fisiográficas).
- Descripción litológica del área.
- Formaciones geológicas (estratigrafía).
- Actividad erosiva predominante.
- Porosidad, permeabilidad y resistencia de las capas geológicas.
- Localización de áreas susceptibles de sismicidad, deslizamientos, derrumbes y otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

##### C. Geomorfología

- Características del relieve.
- Orientación.
- Altura.
- Pendientes.

\* Pasquill, F. *Atmospheric Dispersion of Pollution*, Quart. J. Roy Meteorol. Soc., vol. 97, N° 414, Oct. 1971, pp. 389-395.

## D. Suelo

- Descripción de las propiedades físicas y químicas del suelo donde se desarrollará el proyecto.
  - . Textura.
  - . Estructura.
  - . Porosidad.
  - . Color.
  - . Perfiles.
  - . pH.
  - . Contenidos de materia orgánica.
  - . Sodicidad.
  - . Contenido de sales.
  - . Clasificación del suelo.
  - . Grado de erosión (natural y artificial).

## E. Hidrología

- Cuenca hidrológica.
  - . Definición de la cuenca.
  - . Zona de captación.
  - . Avenidas (máximas y extraordinarias).
  - . Precipitaciones (periodos, duración y volumen anual).
  - . Cuerpos de agua (lagos, lagunas y presas).
  - . Ríos superficiales principales.
  - . Zonas con riesgo de inundación.
  - . Ríos subterráneos (dirección).

## — Cuerpos de agua.

Localización de lagos, lagunas y presas que se localicen en cercanía del proyecto y/o de aquellos cuerpos de agua que de alguna forma tendrán relación con la obra o actividad proyectada.

- . Localización.
- . Clasificación y descripción técnica.
- . Volumen promedio.
- . Contornos litorales.
- . Unidades liticas y breve descripción de la dinámica del suelo.
- . Porcentaje de azolvamiento.
- . Estratigrafía del agua.
- . Balance hídrico.
- . Parámetros físicos.

## — Ríos superficiales.

Caracterización de los ríos que se localicen en cercanía al proyecto y/o de aquellos que de alguna forma tendrán relación con la obra o actividad (extracción de agua, descarga de residuos, etc.).

- . Clasificación y descripción técnica.
  - . Unidades liticas y breve descripción de la dinámica del suelo (del fondo y taludes).
  - . Volumen de escorrentia.
  - . Avenidas máximas extraordinarias.
  - . Transporte de material (suspensión y de fondo).
  - . Parámetros físicos.
- Drenaje subterráneo.
- . Infiltración.
  - . Nivel de percolación.
  - . Profundidad del manto.
  - . Caudal y dirección.
  - . Localización de pozos y manantiales.

## F. Oceanografía

- Tipo de costa.
- Ambientes marinos costeros (descripción).
- Ambientes marinos no costeros (descripción).
- Descripción de parámetros físicos y químicos.
  - . Corrientes superficiales, profundas y de retorno.
    - . Velocidad.
    - . Dirección.
  - . Oleaje.
  - . Mareas.
  - . Temperatura.
  - . Turbidez.
  - . Sólidos sedimentables.
  - . pH.
  - . Nutrientes.
  - . Oxígeno.
  - . Salinidad.
  - . DBO.
  - . DQO.
- Descripción de las características bacteriológicas del agua.
- Frecuencia de maremotos.
  - . Alturas máximas extraordinarias.
- Batimetría.
  - . Bancos.
  - . Arrecifes o bajo fondos.
  - . Diferentes tipos de sedimentos.

## 1.2 Factores biológicos

En esta sección se deberá presentar la información de acuerdo con los alcances del proyecto, ya sea acuático, terrestre o ambos. Por otra parte se

debe hacer referencia a la metodología utilizada en los estudios de flora y fauna y/o la(s) fuente(s) de información consultada, en el caso de que se trate de un área estudiada.

## A. Vegetación

### a) *Vegetación terrestre:*

Características de la comunidad.

- Tipo de vegetación.
- Diversidad.
- Asociaciones típicas.
- Estratificación (perfil vegetacional).
- Especies dominantes.
  - . Forma de crecimiento.
  - . Distribución espacial y temporal.
  - . Área de cobertura.
  - . Abundancia y densidad relativa.
- Especies acompañantes.
- Flora edáfica.
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.
  - . Abundancia relativa.
- Especies de valor cultural para etnias o grupos locales.

### b) *Vegetación acuática:*

- Tipo de vegetación.
- Plancton, macrófitas (características).
- Diversidad.
- Especies dominantes.
  - . Forma de crecimiento.
  - . Distribución estacional.
  - . Abundancia y densidad relativa.
- Productividad primaria.
- Estado de madurez del ecosistema.
- Especies de interés científico y/o valor estético.
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.
  - . Abundancia relativa.

## B. Fauna

### a) *Fauna terrestre:*

- Diversidad de especies.
- Especies dominantes.
- Abundancia relativa.
- Zonas de reproducción.

- Corredores (rutas migratorias).
- Especies migratorias.
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.
- Especies de interés científico y/o valor estético.
- Especies de interés cultural para etnias o grupos locales.

### b) *Fauna acuática:*

- Diversidad de especies (plancton, bentos, necton).
- Abundancia relativa.
- Cambios estacionales.
- Zonas de reproducción.
- Corredores (rutas migratorias).
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.

## 1.3 Factores socioeconómicos

### A. Población

- Retrospectiva de 10 años.
- Población total.
- Tasa de crecimiento natural.
- Pirámide de edades (por grupo de edad y sexo).
- Población económicamente activa.
- Natalidad y mortalidad.
- Grupos étnicos (del sitio y sus alrededores).
- Movimiento migratorio (emigración e inmigración).
  - . Factores que propician el movimiento migratorio.

### B. Empleo

- Nivel de empleo y subempleo.
- Empleo por rama de actividad.
- Salario mínimo vigente.
- Nivel de ingreso per cápita.

### C. Servicios

- Medios de comunicación.
- Medios de transporte.
- Servicios públicos.
- Educación.
- Salud.
- Vivienda.
- Zonas de recreo.

## D. Economía de la región

- Autoconsumo.
- De mercado (local, regional, otra).

## E. Tenencia de la tierra

- Formas de tenencia y o usufructo de la tierra.
- Precio de la tierra.
- Formas de organización.

## F. Actividades productivas

- Agropecuario.
- Forestal.
- Pesca.
- Industrial.
- Comercial.

## IV. ANALISIS Y DETERMINACION DE LA CALIDAD ACTUAL Y PROYECTADA DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Una vez descrito el escenario ambiental, en el apartado correspondiente, se procederá a seleccionar y reportar los estudios que se utilizarán en la determinación de la calidad de los factores ambientales.

En esta tarea es importante tomar en cuenta la interacción de los factores ambientales y considerar que, en determinado momento, la calidad de los mismos podría verse afectada considerablemente como consecuencia de la alteración de alguno de ellos. En este orden de ideas, será necesario determinar la interrelación de los factores y atributos del ambiente en forma diagramática, acompañado de un texto en el que se describan tales interacciones. Para su elaboración se sugiere la participación de un grupo interdisciplinario, de manera que se haga una selección completa de los factores.

La calidad de los factores ambientales deberá ser analizada no sólo en su estado actual; será necesario realizar una inferencia del futuro de la zona, en el supuesto de que el proyecto no se implementara.

Posterior a la determinación de la calidad de los factores ambientales seleccionados, se procederá a determinar los indicadores de impacto ambiental, entendiendo éstos como los elementos o parámetros que proporcionarán la magnitud del impacto desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo.

La selección de los indicadores de impacto es de fundamental importancia en el proceso de evaluación del Proyecto. Los más sencillos y específicos son las normas estándares de calidad del aire, del agua, del ruido, etc., especialmente cuando han sido aprobados por una legislación. También pueden utilizarse indicadores numéricos como pueden ser datos estadísticos de morbilidad y mortalidad, o categorías —muy

malo, regular, bueno, muy bueno, excelente—. por mencionar algunos.

## 1. Factores físicos

Los factores físicos que deben considerarse para la determinación de la calidad de los factores ambientales son aire, clima, geología, suelo y agua. A continuación se procederá a exponer una guía con los elementos básicos que deben manejarse en la descripción de los factores ambientales.

## 1.1 Aire

El análisis del factor aire debe hacerse desde dos enfoques:

- Como factor, cuya calidad influye directamente sobre los seres vivos, construcciones, bienes materiales y actividades humanas.
- Como receptor y transportador de residuos, consecuencia de las actividades humanas.

Como primer acercamiento será necesario evaluar su calidad actual, realizando una estimación de la importancia de las fuentes de emisión de contaminantes en la zona. Esta información es muy importante ya que proporciona los elementos necesarios para determinar la compatibilidad con las obras, actividades y recursos humanos contemplados en el Proyecto.

Como información complementaria a las estimaciones cualitativas y cuantitativas de los contaminantes atmosféricos de la zona, se deberá proporcionar datos sobre los vientos e información sobre los factores limitantes de la dispersión de contaminantes, así como la frecuencia de inversión de temperaturas, todo esto con la finalidad de prever la dirección del movimiento de los contaminantes, el tiempo de permanencia en el aire y los impactos potenciales sobre la salud humana, los ecosistemas y los bienes materiales.

En el caso de que la emisión de algún contaminante sobrepase los límites establecidos en las normas vigentes, se deberá aplicar un modelo matemático de dispersión de contaminantes en el que se maneje la siguiente información:

- Concentraciones máximas al nivel del piso.
- Trazado de las isopletas correspondientes para los valores contenidos en el "Acuerdo que establece los lineamientos para determinar el criterio que servirá de base para evaluar la calidad del aire en un determinado momento", documento publicado en el *Diario Oficial* de la Federación del 29 de noviembre de 1982.
- Fuentes área, puntuales, o una combinación de ambas.
- Altura promedio de la capa de mezclado del aire.

## 1.2 *Clima*

El análisis del factor clima puede realizarse desde varias perspectivas:

- Como factor que puede ser modificado al desaparecer extensas áreas de vegetación.
- Como agente que puede propiciar procesos como erosión, azolve, inversión de temperatura, inundación, etc., como consecuencia de alteraciones en el suelo, vegetación, capas de agua, etc.
- Como factor de gran importancia en respuestas fisiológicas de organismos vivientes.
- Por la importancia de su relación con los demás factores ambientales.
- Como factor limitante para la construcción, operación y producción de la obra o actividad.

En este aspecto se deberá tomar en cuenta la factibilidad de que, especialmente a niveles microclimáticos, se produzcan alteraciones en el clima causados por la obra o actividad que se propone, en cualquiera de las etapas del proyecto; en este sentido se deberá realizar una investigación de la problemática que prevalece en la zona.

Otro elemento que deberá tomarse en consideración es la compatibilidad del clima con la naturaleza del proyecto que se propone, y se analizará la forma en que el clima puede resultar limitante para la implementación del mismo.

## 1.3 *Geología*

Los enfoques que pueden darse al análisis de la geología como factor ambiental son los siguientes:

- Como factor que puede ser alterado como consecuencia de la implementación del proyecto que se plantea.
- Como factor económico de gran importancia.
- Desde el punto de vista de las geofformas naturales.

De esta forma resulta indispensable evaluar las alteraciones que el desarrollo de la obra o actividad acarrearía a este factor, poniendo énfasis en las causas de tales alteraciones y su posible relación-afectación a los mantos freáticos.

Desde el punto de vista de la geología económica, se deberá inventariar los recursos geológicos actuales y potenciales de la zona, indicando su ubicación y realizando una descripción breve de los mismos, especificando su grado de pureza. Cuando el recurso esté siendo explotado, se deberá indicar el grado de aprovechamiento y se analizará la compatibilidad de esta actividad con la propuesta. En caso de que se trate de un recurso potencial, se deberá señalar la posibilidad de que sea aprovechado.

Finalmente, desde el punto de vista de los paisajes naturales, se deberá considerar la presencia de vol-

canes, montañas, valles, llanos, cañones, paredes y columnas basálticas, monolitos y rocas sobrepuestas, oquedades, dunas y médanos, áreas fósiles, islotes, arrecifes y cabos, bahías, playas, etc., que por sus características particulares —estéticas, culturales, históricas, turísticas, etc.— merezcan ser resaltadas. En este caso, deberán indicar la distancia que la separa del predio, la factibilidad de degradarlas y la problemática actual que presenten dichas zonas.

## 1.4 *Suelo*

La importancia de considerar el suelo como factor ambiental, puede establecerse desde los siguientes puntos de vista:

- Como factor que puede ser degradado e impedir así sus usos actuales y potenciales.
- Como factor que puede ver disminuido su potencial productivo.
- Como factor que puede ser erosionado por un uso indebido.

De esta forma, el primer paso consistiría en investigar el uso actual y potencial del suelo en la periferia del proyecto incluyendo un estimado de su productividad. Asimismo, es indispensable contar con datos como coeficientes de erosión y erodabilidad y resaltar la problemática actual que prevalece en la zona.

Finalmente, se determinará la compatibilidad del proyecto que se plantea con los usos del suelo que se ha destinado a la zona. Este punto deberá ser complementado con las cartas sobre uso del suelo más apropiadas para el proyecto en cuestión. Cuando la temática de las cartas requiera de mayor detalle, o cuando el área de un proyecto no sea muy extensa, es recomendable utilizar los siguientes criterios en cuanto al manejo de escalas apropiadas:

- Proyectos mayores de 25,000 ha. escala 1: 100,000.
- Proyectos menores de 25,000 ha. escala 1: 50,000.

En este punto será necesario anexar un plano a escala adecuada, en el cual se señalen los principales cuerpos de agua, así como aquellos que por sus características particulares (culturales, históricas, turísticas, científicas, etc.) deban ser resaltadas: lagos, cráteres y axalapascos, cenotes, oasis, marismas, esteros, manantiales, cascadas, etc.

## 1.5 *Agua*

Este factor ambiental deberá ser considerado desde la siguiente perspectiva:

- Alteraciones potenciales en la calidad de los cuerpos de agua.
- Alteraciones potenciales en su cantidad y distribución.
- Potencialidad en sus usos.

- Importancia de su relación con otros factores ambientales.

En este punto, recopilará información sobre el uso actual de cada cuerpo de agua registrado en la entidad. Dependiendo de los alcances y naturaleza del proyecto se deberá tomar en cuenta costas, ríos, lagunas, mantos freáticos, lagos, etc.

En la descripción se incluirá: análisis de la calidad del agua, el potencial del área, potencialidad en su uso, problemas registrados, azolve, eutroficación, contaminación, desvío del cauce natural, descargas residuales, etc.

Con el fin de obtener información de apoyo, se recurrirá a los monitoreos que la SARH realiza en forma periódica, para los principales cuerpos de agua y para las descargas de aguas residuales. Las determinaciones de laboratorio deberán ajustarse a las Normas Oficiales Mexicanas existentes o, en su caso, se podrá hacer uso de las acordadas con la SARH.

Finalmente, si el volumen de las descargas de aguas residuales excediera el nivel permitido que establece la reglamentación vigente, se deberá incluir la siguiente información del cuerpo receptor:

- Variaciones de gasto de influentes.
- Velocidad y nivel de agua.
- Modelo hidrodinámico con características de dispersión.

## 2. Factores biológicos

### 2.1 Flora terrestre y acuática

El análisis de este factor biológico deberá hacerse considerando los siguientes puntos:

- Como factor directamente relacionado con la fauna.
- Como factor que puede verse irreversiblemente afectado como consecuencia de la obra o actividad.
- Por su relación con los demás factores.
- Por su importancia alimenticia, medicinal, científica y comercial.

En este punto se procederá a investigar aquellas especies acuáticas y terrestres, que estén catalogadas en peligro de extinción y/o endémicas, y se elaborará un estudio de la dinámica poblacional. Por otra parte, es necesario interpretar cuantitativamente (gráficas, modelos matemáticos, etc.) la información obtenida en el capítulo anterior y compararla, cuando sea posible, con información de ecosistemas similares para determinar el posible grado de perturbación y sus consecuencias.

También es necesario elaborar un listado de las especies de interés alimenticio, medicinal, científico, comercial y determinar para estas últimas el potencial productivo del área. Asimismo, es necesario de-

tecar aquellos hábitats que estén relacionados con alta productividad faunística, hábitats únicos o excepcionales, zonas con alto grado de perturbación ambiental, y reportar las especies que pretenda introducir el proyecto.

Finalmente, se deberá exponer en forma esquemática la localización de las comunidades presentes en puntos distintos y que reúnan características comunes, poniendo especial atención a las fronteras o límites entre uno y otro tipo. Además, se indicará la presencia, en caso de que así sea, de alguna Área Natural Protegida.

### 2.2 Fauna terrestre y acuática

Los enfoques para el análisis de este factor pueden ser varios, entre los que se tienen:

- Como factor de gran importancia en la dinámica natural de los sistemas.
- Como factor vulnerable que puede ser modificado en su distribución y abundancia.
- Desde el punto de vista de su importancia alimenticia, cultural, científica y/o comercial.

En este orden de ideas se deberán detectar aquellas especies que estén catalogadas en peligro de extinción y/o endémicas y presentar un estudio de su dinámica poblacional.

También es necesario elaborar un listado de las especies de interés comercial, alimenticio, cultural y/o científico, resaltando los estudios y usos que actualmente se estén desarrollando en la zona.

Posterior a los listados e inventarios de fauna, corresponde elaborar una representación y un análisis de la trama trófica, con la idea de conocer la dinámica de las comunidades presentes.

Finalmente, es necesario investigar la problemática del área en este aspecto, considerando las principales plagas y las especies introducidas o que el proyecto contemple introducir. También será preciso reportar si el proyecto podría provocar el establecimiento de barreras físicas para los desplazamientos de la fauna.

## 3. Factores socioeconómicos

### 3.1 Hombre

La importancia de considerar al hombre puede resumirse en dos principales puntos:

- Como factor social que puede ser vulnerado en su calidad de vida y sus patrones culturales.
- Como factor que puede ser modificado en su forma de producción y de organización.

Para el análisis de este factor se deberá utilizar la información generada en el capítulo anterior con el objetivo de interpretar los cambios que se producirían en el área en que se incidirá. Para esto, es ne-

cesario considerar la evolución que tendría el área sin la presencia del proyecto que se plantea y compararlo con la dinámica que se presentaría de ser instalado éste.

Los rubros que se requieren en este procedimiento son: el aspecto poblacional y su proyección a 10 años, la oferta-demanda de empleo, el ingreso per cápita y la demanda de servicios. Asimismo, es necesario destacar la calidad de la mano de obra que será requerida, el flujo migratorio que provocaría y su posible incompatibilidad con las características culturales de la localidad.

Finalmente, se deberá hacer una proyección de los posibles cambios en el tipo de economía existente, como consecuencia de la variación en las formas de producción y organización, resaltando los efectos que ello podría ocasionar.

## V. IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### *Consideraciones generales*

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos de la identificación, medición, interpretación y comparación de los impactos ambientales potenciales de las diferentes etapas del proyecto y sus opciones, según la descripción realizada en el capítulo I, así como la ponderación efectuada de los indicadores de impacto ambiental descritos en el capítulo anterior. Asimismo, se presentará la justificación para determinar el uso de las técnicas de análisis de impactos ambientales que hayan sido las más adecuadas al tipo de proyecto propuesto y las consideraciones hechas para su aplicación.

Se deberá poner especial cuidado en analizar los impactos directos, indirectos y acumulativos que se van a presentar tanto en el área de emplazamiento del proyecto, así como fuera de ella, precisando las áreas de influencia donde se dejarán sentir los impactos del proyecto sobre cada uno de los factores ambientales. Para el análisis de los impactos se tomarán en consideración las normas técnicas legales existentes concernientes al ambiente y los recursos naturales, haciendo notar si dichas normas son locales, estatales, nacionales o extranjeras, expresadas principalmente por los indicadores de impacto ambiental.

Se hará un análisis comparativo entre los impactos que puede causar el proyecto y los que se estima se presentarían por la propia evolución de la zona, aun cuando el proyecto no se llegase a realizar. Tal comparación se hará para los mismos periodos de tiempo y su resultado indicará el impacto real debido al proyecto.

Es importante, además, identificar el tiempo o época en que se realizarán las acciones y la duración de su efecto, ya que de esto dependerá que el impacto resulte severo y aun crítico.

Se utilizan varias técnicas de apoyo para la identificación y análisis de los impactos ambientales. Las más utilizadas son:

- Técnicas de ad hoc.
- Superposiciones.
- Listas.
- Redes.
- Matrices.
- Análisis costo-beneficio.
- Delphi.
- Medición directa.
- Juicio experto.
- Indices e indicadores.

Debido a que no existe una técnica universal que satisfaga totalmente los requerimientos de todos los estudios de impacto ambiental, se pueden combinar dos o más de ellas para obtener una técnica compuesta.

### *Análisis de impacto ambiental*

Se debe procurar que el análisis de impacto ambiental sea lo más objetivo posible, para lo cual será conveniente contar con suficientes recursos económicos y técnicos, así como con información adecuada y tiempo suficiente.

El análisis debe tomar en cuenta tanto los impactos adversos como los benéficos, con el fin de manejar más elementos de juicio al seleccionar la opción del proyecto ambiental más adecuado.

El análisis de impactos se basa, principalmente, en tres etapas que van relacionadas entre sí y que son:

- Identificación.
- Evaluación.
- Interpretación.

**Identificación:** esta etapa consiste en determinar las interacciones entre las acciones del proyecto y los atributos ambientales.

**Evaluación:** consiste en determinar la significancia de cada uno de los impactos identificados, mediante el uso de unidades y escalas propias. La evaluación se puede basar en el juicio del grupo de analistas o en estándares de calidad ambiental, y puede apoyarse, en algunos casos, con modelos matemáticos.

**Interpretación:** consiste en describir los procesos de cambio que se manifestarán en los factores ambientales por las acciones del proyecto y las consecuencias que pueden presentarse en el futuro, a raíz de esos cambios.

Con la información obtenida en las etapas anteriores, se tendrá un marco general de las interacciones



proyecto-ambiente, el cual servirá para clasificar cada uno de los impactos, según su naturaleza o características en directos, indirectos, a corto plazo, largo plazo, reversibles, irreversibles, inevitables, acumulativos y residuales.

Evaluaciones de las opciones del proyecto. Al evaluarse las opciones del proyecto se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Benéficos. Se discutirán y describirán los beneficios económicos, sociales y ambientales que se deriven de cada opción del proyecto.

Costos. Se tomará en cuenta el costo de cada opción del proyecto.

Riesgos ambientales. Se describirán con todo detalle los efectos potenciales sobre el ambiente que se deriven de cada opción.

Representación de opciones del proyecto. La(s) opción(es) más viable(s), de acuerdo con los aspectos mencionados, deberá(n) destacarse y justificarse con mayor detalle.

## VI. DESCRIPCION DEL POSIBLE ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO

En este apartado, la empresa u organismo proponente deberá presentar una versión escrita complementada gráficamente en la que se describa el medio natural y socioeconómico resultante en el supuesto de que se implemente la obra o actividad proyectada.

El objetivo de la elaboración de esta proyección, es el de conjugar e integrar los elementos manejados en los capítulos anteriores, de manera que en el proceso de evaluación se cuente con una referencia completa del proponente, en relación con el nuevo escenario ambiental:

— Su conformación y características.

Las características del sitio y el área de influencia deberán ser descritas en los términos que a continuación se sugieren, en el entendido de que el proponente podrá incorporar otros elementos si lo considera necesario.

En relación con el medio natural, se deberán explicar:

- Paisaje resultante.
- Los posibles cambios a nivel climático o microclimático que se prevén a mediano y largo plazo.
- La calidad del aire resultante.
- Cambios en la geología como consecuencia de la posible erosión, deslaves, consecuencia de las modificaciones realizadas en el sitio.
- Relieve resultante, consecuencia de las obras realizadas en las diferentes etapas.

— Cambios en textura, estructura, porosidad, color, pH, materia orgánica, etc.

— Modificaciones en niveles de agua, forma de los cuerpos, dirección, calidad del agua, etc.: usos, cambios en la dinámica de transporte de material.

— Alteración a los mantos freáticos.

— Características de la vegetación resultante: tipo, nuevas especies dominantes, distribución, localización, tiempo de regeneración, desaparición de especies.

— Fauna resultante: comunidades que desaparecerían, nuevas especies, cadenas tróficas potenciales, plagas que pueden desarrollarse favorablemente en el nuevo ambiente.

En relación con el medio socioeconómico se deberán describir los cambios favorables o adversos, tomando como base:

— Cambios en la población que se manifestarían con la implementación de la obra o actividad, como aumento por migración o disminución por reinstalaciones de grupos, etc.

— Cambios en la situación laboral como: aumento de la oferta de trabajo, aumento del salario mínimo, cambios en el tipo de contratación, etc.

— Cambios en los servicios. Explicar si serán, suficientes, si se requerirán más, etc.

— Explicar si el tipo de economía de la región o localidad sufrirá alteraciones y de qué tipo serían.

— Explicar si habrá cambios en las formas de tenencia de la tierra.

— Explicar si se crearán nuevas actividades productivas, y cuáles serían éstas.

## VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ADVERSOS IDENTIFICADOS Y TERMINO DE LA VIDA ÚTIL O CESE DE ACTIVIDADES

En este apartado deberán considerar elementos tales como el establecimiento de políticas o estrategias ambientales, la aplicación adicional de equipos, sistemas, acciones y cualquier otro tipo de medidas encaminadas a atenuar o minimizar los impactos adversos, propios de la(s) opción(es) del proyecto que se haya(n) seleccionado. Se deberá dar mayor importancia a aquellos que resulten ser particularmente significativos.

Algunas de las medidas utilizadas para minimizar, o evitar los impactos adversos o resaltar los benéficos, son las siguientes:

No llevar a cabo el proyecto: reubicarlo, realizar modificaciones al proyecto, empleo de otras tecnologías, posponer la fecha de su realización, instalar equipos anticontaminantes, etc.

En la descripción de cada medida de atenuación, se deberá mencionar el grado en que será abatido cada impacto adverso, tomando como referencia las normas técnicas y legales existentes para el parámetro o parámetros analizados. Complementario a esto, deberá hacer una estimación del incremento en el costo del proyecto como consecuencia de la implementación de las medidas de atenuación.

Asimismo, deberán describirse los impactos residuales, que son aquellos que persistirán en el ambiente, poniendo énfasis en los siguientes aspectos:

- Naturaleza, extensión y duración del impacto, incluyendo el aspecto socioeconómico.
- Consecuencia de los impactos residuales.

Es también importante considerar un programa de abandono de sitio y definir claramente el destino que se dará, tanto a las obras provisionales, tales

como puentes, caminos de acceso, campamentos, etc. así como los bancos de préstamo de materiales una vez concluida la etapa de construcción y la vida útil del proyecto.

En el abandono del sitio se deberá dar cuenta del destino que se planea dar al sitio y a la infraestructura creada en y alrededor del Proyecto cuando deje de ser funcional o útil, especificando:

- Estimación de vida útil.
- Programa de restitución del área.
- Planes de uso del área al concluir la vida útil del proyecto.

#### VIII. REFERENCIAS

En este punto indicar las fuentes consultadas para la realización de este estudio de impacto ambiental.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**CAPITULO II**

**MARCO LEGAL (ANEXO 3)**

**TOMADO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
S E D U E**

**SEPTIEMBRE - 1992**

## I. PROYECTO

El presente capítulo exclusivamente se desarrollará cuando el proponente no haya elaborado una Manifestación Preliminar de Impacto Ambiental, no siendo el caso de los proyectos que hayan seguido el procedimiento de impacto ambiental, los que deberán en determinado momento, incluir en este capítulo todos los aspectos que sea necesario profundizar con el fin de poder evaluar con mayor aproximación los efectos que pudiera causar sobre el medio ambiente.

### Consideraciones Generales

En esta parte se describirá el proyecto, incluyendo sus opciones, con el objeto de conocer su naturaleza, magnitud, características generales y las necesidades que se pretende satisfacer, así como las obras previstas y las acciones o procedimientos que se seguirán desde la planeación, preparación del sitio, construcción, operación y vida útil del mismo, así como los planes futuros de expansión.

Esta descripción permite la predicción de los impactos que podrían afectar a determinados factores ambientales. Por otra parte, hace posible diseñar las obras, y programar las acciones del proyecto, de manera que sean compatibles con el ambiente, así como establecer las políticas y estrategias ambientales aplicables al proyecto. En esta guía se ha procurado incluir una amplia gama de información, de manera que al aplicarse a un proyecto en particular, sólo se tomará en cuenta la que permita alcanzar el suficiente detalle en el análisis de impactos. En caso de que en esta guía no se considere algún dato del proyecto que resulte imprescindible, se deberá obtener la información complementaria ya sea directamente en el campo, o con el proponente del proyecto, según sea el caso de que se trate.

### Declaración

El proponente se responsabilizará por escrito, de las declaraciones que se hagan en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), y asimismo, deberán identificar a las personas o consultores que hayan realizado el estudio.

### Objetivo del Proyecto

El proponente debe precisar con claridad los objetivos que pretende lograr con el proyecto a desarrollar, que serán sometidos a juicio de las autoridades competentes, quien los aprobará o en su caso, modificará.

### Justificación del Proyecto

Explicar si el proyecto reemplaza o aumenta la capacidad existente, o si se trata de un nuevo desarrollo en un lugar donde no existía anteriormente. Indicar si el proyecto es inmediato y fundamentar la necesidad con base en:

Una descripción de las demandas existentes y de la evolución histórica de éstas.

Las Interrelaciones entre las distintas formas de cubrir la demanda y la ubicación de ésta.

El tiempo de vida útil del proyecto; la parte de la curva de demanda que se espera que el proyecto cubra durante este tiempo y una descripción breve de cualquier aplicación o nuevas facilidades que se requieran después de ese tiempo.

Detalles sobre la forma que se incorpora al proyecto propuesto dentro de los planes federales, regionales y municipales.

#### Alternativas

Debe proporcionarse una descripción detallada de las alternativas consideradas para permitir al revisor, evaluar comparativamente los beneficios y perjuicios en términos de factores ambientales y socioeconómicos.

Los distintos sitios de localización, ampliación de desarrollos existentes, diferentes métodos de proceso o aprovechamiento y la cancelación del proyecto; deben considerarse como elementos importantes de las alternativas propuestas.

#### Proyectos Asociados

Debe establecerse la relación del plan o proyecto, con otros que se desarrollen (presentes y futuros) fuera de la jurisdicción de éste y que estén íntimamente ligados (por ejemplo, la explotación de bancos de material para abastecer en la construcción de obras del plan o proyecto).

#### Selección del Lugar y su Área de Influencia

El proponente debe delimitar y describir de manera precisa el área seleccionada para desarrollar el plan o proyecto y fundamentar los criterios seguidos para definir su ubicación, así como los elementos fundamentales que coparticipan en la integración del área de influencia.

## Descripción del Proyecto desde la Etapa de Planeación, Construcción, Operación, Mantenimiento y Vida Útil del Mismo

La descripción del proyecto tiene por objeto contar con la información que permita conocer su naturaleza y características generales, así como las obras a realizar y acciones a procedimientos seguidos durante su construcción, operación y mantenimiento.

Permite asimismo, conocer el término de la vida útil de las instalaciones y posibilita la predicción de los impactos que serán ocasionados sobre determinados factores del medio ambiente.

Dado que la presente es una guía general, se ha procurado que incluya una amplia gama de información, de manera que al aplicarse a un proyecto en particular, sólo se tomara en cuenta lo que permite una descripción adecuada. En caso que esta guía no considere algún dato del proyecto que facilite la identificación de un impacto determinado, el manifestante deberá proporcionar la información faltante.

### Características Generales del Proyecto

- Tipo de proyecto
- Justificaciones. Necesidades de su realización, Beneficios económicos, sociales y otros.
- Ubicación. Localizar en un croquis detallado o en un mapa a escala adecuada, que incluyan coordenadas geográficas, vías de acceso, poblaciones y ciudades cercanas, vías de comunicación, etc.
- Superficie que ocupará el proyecto.
- Usos del suelo y tenencia del área del proyecto.
- Compatibilidad del proyecto con los usos del suelo de terrenos colindantes.
- Relación con otros proyectos en la zona, ya sean en estudio, o en ejecución, públicos o privados.
- Programa de trabajo, calendarización de actividades y fecha programada para el inicio de operaciones (ruta crítica, barras, etc.).

### Estudios Preliminares de Campo

Estos estudios se realizan en el área del proyecto a fin de obtener datos indicadores que ayuden a determinar su factibilidad técnica y económica, así como su diseño definitivo.

El manifestante deberá describir:

- Tipo de estudios e investigaciones de campo. Intensidad y duración. Calendarización de actividades.
- Otras y servicios de apoyo (caminos de acceso, campamentos, bodegas, etc.), que

se requerirán y de qué tipo serán.

Preparación que requerirá el área o porciones de ella para los estudios (claros, despalmas, nivelaciones, etc.).

Equipos y maquinaria para transporte, servicios e investigación.

Tipos y cantidades de desechos que se generarán, métodos de remoción y su disposición final.

Niveles de ruido que se producirán, Frecuencia y duración.

### Etapa de Preparación del Sitio y Construcción

Las actividades de esta etapa comprenden desde la preparación del sitio hasta antes que se inicie la operación. Se describirán en forma clara y sencilla las obras, procedimientos, tecnología y utilización de recursos.

- Recurso o recursos que serán aprovechados por el proyecto.
- Cómo será aprovechado.
- Tiempo que durará el aprovechamiento.
- Si el recurso requiere de alguna modificación para su aprovechamiento, describir la secuencia de procedimiento para su utilización.
- Obras provisionales y permanentes.
- Preparación del sitio para la construcción.
- Procedimientos de construcción.
- Equipo y maquinaria de construcción y tiempo de operación por día.
- Extracción de material de construcción. Tipo de materiales, procedimiento de extracción y ubicación de los sitios de extracción. Volúmenes.
- Energéticos. Calendario de consumo diario. Fuentes de aprovisionamiento y sitios de almacenamiento.
- Estimaciones cualitativas y cuantitativas de desechos líquidos y sólidos, emisiones a la atmósfera y ruido.
- Manejo y disposición final de desechos.
- Manejo de emisiones a la atmósfera.
- Medidas de seguridad contra accidentes.
- Posibles accidentes y planes de emergencia.

## Operación y Mantenimiento

Estas dos etapas del proyecto comprenden una serie de acciones que pueden ser simples o muy complejas, podrán requerir o no, mano de obra especializada o personal técnico de alto nivel, fuentes de abastecimiento de energía, agua, materiales, etc.

Se describirán los procesos, procedimientos, tecnología y recursos a utilizar. Se anexarán diagramas de flujo, si se requiere.

Programa de operación.

- Programa de mantenimiento.
- Estimaciones cualitativas y cuantitativas de desechos sólidos, líquidos y de emisiones a la atmósfera.
- Estimaciones cualitativas y cuantitativas de ruido.
- Manejo y disposición final de los desechos.
- Manejo de las emisiones a la atmósfera.
- Recursos humanos por actividad específica.
- Energéticos. Cantidades.

Materiales, sustancias, productos, etc., requeridos en estas dos etapas, su manejo y sitios de almacenamiento.

- Medidas de seguridad contra accidentes.
- Posibles accidentes y planes de emergencia.

## Abandono de la Infraestructura Base del Proyecto y Término de su Vida Útil

El abandono del proyecto se refiere al destino que tendrán tanto las obras provisionales tales como puentes, caminos de acceso, campamentos, etc., así como bancos de préstamo y de materiales, una vez concluida la etapa de construcción.

El término de la vida útil se refiere al destino que se va a dar al sitio y a la infraestructura creada en y alrededor de éste cuando deje de ser funcional o útil.

- Planes para el abandono del proyecto (cierre de caminos, reforestación, reacondicionamiento definitivo, etc.).
- Planes de restitución para bancos de material y de préstamo.
- Estimación de la vida útil.
- Planos de usos del área al concluir la vida útil del proyecto.



## II. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL ANTES DE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO "ESTADIO CERU"

Este capítulo únicamente lo desarrollarán aquellos proponentes que no hayan presentado la Manifestación Preliminar de Impacto Ambiental, o aquellos proyectos que de acuerdo con el dictamen dado en los niveles anteriores del procedimiento de impacto ambiental, requieran enfatizar y profundizar en la información de ciertos aspectos.

### Consideraciones Generales

La preparación de una Manifestación de Impacto Ambiental, requiere de una descripción detallada de las condiciones del ambiente anteriores a la implementación del proyecto y una predicción de su estado en el futuro, considerando que no se lleve a cabo. Para lograr esto, es necesario definir el sitio donde se ubicará y su área de influencia que pueden verse afectadas por las acciones previstas en el proyecto; lo cual implica que cada factor ambiental puede tener su propia área física de influencia.

Los factores considerados como componentes del ambiente son: aire, agua, clima, geología, suelo, flora, fauna y hombre.

Por otro lado, es necesario seleccionar los parámetros que se van a utilizar para describir los atributos de cada factor ambiental, en función de las características del sitio y del tipo de proyecto que se piensa llevar a cabo. Asimismo, los parámetros seleccionados deben facilitar el análisis de impactos ambientales.

Es necesario determinar la interrelación de los factores y atributos del ambiente en forma diagramática acompañada de un texto descriptivo, a fin de hacer más eficaz la labor del grupo interdisciplinario.

Al preparar la descripción del ambiente es importante tener en consideración que:

- Existe la necesidad de conocer, mediante determinados parámetros indicadores, las características físicas, físico-químicas, biológicas y socioeconómicas del área de influencia del proyecto, para inferir las probables alteraciones que éstas sufrirán.
- Para estimar los impactos netos que se generarían por las acciones previstas en el proyecto, es necesario, con fines comparativos, hacer una predicción de las características del ambiente a cinco y diez años si no se realizara el proyecto.

### Descripción de los Factores Ambientales

La importancia de cada uno de los factores ambientales para la zona del proyecto, así como para su área de influencia (que deberá quedar claramente delimitada), determinarán la amplitud y profundidad que debe tener su descripción.

#### 1. Medio Físico

##### 1.1 Aire

El aire como factor importante del ambiente, deberá considerarse desde dos

puntos de vista diferentes:

Como receptor y transportador de productos de desecho de las actividades humanas.

Como factor cuya calidad ejerce influencia directa sobre los seres vivos, construcciones, bienes materiales y actividades humanas.

Para definir la importancia de este factor ambiental en la zona del proyecto, se deberá hacer una evaluación de su calidad actual, estimando la importancia de las fuentes de emisión de contaminantes en la zona, para determinar si éstas tendrán efectos significativos sobre las obras, actividades y trabajadores del proyecto que se piensa realizar. Por otro lado, se deberán estimar cualitativa y cuantitativamente las emisiones de contaminantes atmosféricos por las instalaciones y actividades consideradas en el proyecto, para determinar el posible deterioro de la calidad del aire y los impactos potenciales sobre la salud humana, los ecosistemas de la zona y los bienes materiales.

En ambos casos, se debe contar con datos sobre vientos y con información sobre factores limitantes de la dispersión y frecuencia de inversión de temperatura, con el fin de prever hacia donde se moverán los contaminantes y cuánto tiempo llegarían a permanecer en el aire.

Cuando el proyecto lo amerite, se calculará la dispersión de los contaminantes mediante modelos matemáticos adecuados.

Además de lo anterior, se deberán estimar las emisiones de ruido por las acciones del proyecto, en términos de intensidad, duración y repetición.

## 1.2 Clima

Es el conjunto de caracteres atmosféricos que distinguen a una región. Es un factor limitante de muchas actividades económicas, ya que de él puede depender el éxito o fracaso de la producción.

La importancia de describir el clima, se puede determinar desde los siguientes puntos de vista:

- Algunos de los elementos pueden ser modificados al desaparecer extensas áreas de vegetación.
- Como agente que puede propiciar procesos como erosión, azolve, inversiones de temperatura, inundaciones, etc., a causa de alteraciones en el suelo, la vegetación, los cuerpos de agua, etc.
- Como factor limitante para la construcción, operación y producción de una obra.
- Por la importancia de sus relaciones con los demás factores ambientales.

Los datos climatológicos se deberán obtener en la(s) estación(es) de medición más cercana(s) al sitio de emplazamiento del proyecto, especificando su(s) ubicación(es) y distancia(s) del sitio y deberán estar basados en estadísticas de

cuando menos, los diez años anteriores. Asimismo, se deberá hacer uso de las cartas de climas de DIGITAL como apoyo en la descripción de este factor. En caso de no contar con información sobre el clima, se pueden hacer estimaciones basadas en información de regiones cercanas al área de estudio.

- a) Insolación
- b) Temperatura
- c) Vientos
- d) Evaporación
- e) Humedad relativa
- f) Nubosidad
- g) Precipitación
- h) Tipo de clima\*

### 1.3 Agua

Por ser el agua un insumo para las diversas actividades humanas, un medio para la generación de energía, la navegación, la recreación y la producción de alimentos, y un sustento de gran variedad de ecosistemas naturales, cualquier cambio en su calidad o cantidad y distribución pueden afectar a uno o a varios de los usos que se le dan.

La importancia de describir este factor dependerá del tipo de proyecto o de los variantes en sus opciones y básicamente se considerarán los siguientes aspectos:

- Alteraciones potenciales en la calidad de los cuerpos de agua.
- Alteraciones potenciales en su cantidad y distribución.
- Potencialidad en sus usos.
- Importancia de sus relaciones con otros factores ambientales.

Se incluirá en la descripción, un plano a escala adecuada de la localización de los cuerpos de agua superficiales y subterráneas.

#### a) Uso actual

Se recopilará información sobre el uso actual de cada cuerpo de agua, registrados en la entidad responsable.

\* Según García, F. (1973) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana), Instituto de Geografía, UNAM.

- Navegación (especificar a que escala).
- Otros (especificar).

En cada caso, hacer notar la importancia del uso.

#### b) Calidad

Una vez que han sido localizados los cuerpos de agua de la zona, se procede a su clasificación de acuerdo con sus características en: corrientes superficiales y subterráneas, lagos, estuarios, embalses y el mar. En esta sección se presentarán las clasificaciones oficiales de los cuerpos correspondientes. En caso de que éstas no existan, se deberán realizar los estudios de campo necesarios y proceder a la clasificación correspondiente, de acuerdo con los criterios que al respecto señala el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas.

Además de los cuerpos de agua, deberá obtenerse información sobre los principales descargas de agua residual existentes, mostrando su localización en un plano.

La SARH realiza un monitoreo periódico de los principales cuerpos de agua del país y proporciona los datos correspondientes, mediante el Sistema de Información de la Calidad del Agua. Se deberá consultar este sistema para obtener información de apoyo.

Los muestreos de los cuerpos de agua y de las descargas de aguas residuales, así como las determinaciones de laboratorio, deberán ajustarse a las Normas Oficiales Mexicanas existentes o se usarán las que se hayan acordado con la SARH.

#### c) Hidrología

#### d) Hidrografía

### 1.4 Geología

Se describirán las características geológicas de la zona de estudio y su área de influencia, considerando los requerimientos esenciales siguientes:

#### a) Geología descriptiva

- ~~Resena~~ **Resena** histórica de la evolución geológica.
- **Formaciones geológicas.**
- **Unidades geológicas.**
- **Actividad geológica de agentes erosivos.**
- **Porosidad, permeabilidad y resistencia de las capas geológicas.**

b) Información de campo

c) Material gráfico

- Cartas geológicas.
- Manejo de escalas.
- Simbología.
- Aerofotografías.
- Localización de áreas susceptibles a temblores, deslizamientos, derrumbes y otros.

### 1.5 Suelo

El suelo constituye uno de los factores importantes del ambiente, por ser el sustentante de toda forma de vida terrestre. Cada suelo posee propiedades que son determinadas por el clima, relieve, vegetación y organismos vivientes que realizan sus funciones intercambiando materiales con él.

La importancia para describir el suelo se puede determinar desde los siguientes puntos de vista:

- Posibilidades de causarle degradación.
- Contaminación.
- Mal uso.
- Posibilidades de habilitación o rehabilitación.
- Importancia de sus relaciones con otros factores ambientales.

Para describir al suelo se deberá proporcionar la siguiente información:

- Clasificación de suelos (clasificación FAO-UNESCO).
- Uso actual (clasificación DEGETENAL).
- Uso potencial (clasificación DEGETENAL).
- Coeficientes de erosión.
- Coeficientes de erodabilidad.

Las escalas de las cartas de suelo deberán ser apropiadas a la finalidad que persiguen. Sin embargo, cuando la temática de las cartas requiera mayor detalle o cuando el ~~área~~ de un proyecto no sea muy extensa, es recomendable usar los siguientes criterios:

- Proyectos mayores de 25 000 ha, escala 1:100 000.

## 1.6 Flora y fauna

Los estudios ecológicos comprenden dos aspectos interrelacionados: por una parte los factores abióticos (agua, suelo, aire, etc.), y por otra, los bióticos (flora y fauna). Dichos factores se separan para su estudio por comodidad, pero en conjunto determinan las características de los ecosistemas.

La investigación sobre flora y fauna se inicia con la elaboración de listas de especies animales y vegetales, pero no se reduce a ellas; adicionalmente, se debe conocer la dinámica de las comunidades existentes en el área del proyecto, así como en su área de influencia, ya que dicho conocimiento permitirá una proyección de los impactos que pueden manifestarse en forma de cambios en la distribución, en la abundancia y la dominancia de las especies, ya que el equilibrio dinámico del ecosistema se rompe y debido a la cantidad de relaciones ecológicas existentes, los efectos raramente quedan limitados a aquellos organismos sobre los que la acción es directa.

En su caso, se deberá exponer claramente la metodología de campo empleada para la obtención y análisis de la información. Se citará, además, la bibliografía consultada.

La información obtenida se deberá interpretar cuantitativamente (gráficas, modelos matemáticos, etc.); comparándola, cuando sea posible, con información de ecosistemas similares para determinar el grado de perturbación.

Se deberán justificar los atributos de la flora y fauna que se van a considerar en la descripción, dependiendo del tipo y magnitud del proyecto; asimismo, se delimitarán sus áreas de influencia a partir del área del proyecto.

### Organismos terrestres.

#### Flora

- a) Características y tipos de la vegetación existentes en el área de estudio.
- b) Abundancia y diversidad.
- c) Representación y análisis de estructura de las comunidades.
- d) Especies dominantes.
- e) Especies acompañantes.
- f) Asociaciones típicas.
- g) Flora edáfica.
- h) Especies en peligro de extinción.
- i) Especies introducidas.

- j) Distribución espacial y temporal (fenología) de las especies representativas del ecosistema, así como su área de cobertura.
- k) Hábitats relacionados con alta productividad faunística.
- l) Hábitats únicos excepcionales.
- m) Estado actual de perturbación ambiental.
- n) Especies de interés comercial, alimenticio, medicinal, etc. (importancia a nivel local, regional, nacional, etc.).

#### Fauna

- a) Especies endémicas y migratorias del área.
  - Artrópodos y otros grupos de invertebrados.
  - Anfibios.
  - Reptiles.
  - Aves.
  - Mamíferos.
- b) Barreras físicas y geográficas.
- c) Corredores (rutas)
- d) Actividades cinegéticas.
- e) Especies de interés comercial, alimenticio, medicinal, etc. (importancia a nivel local, regional, nacional, etc.).
- f) Especies en peligro de extinción.
- g) Representación y análisis de Trama Trófica\*
- h) Especies de interés científico y/o valor estético.

#### Organismos acuáticos

- Plancton (fitoplancton; zooplancton).
  - Lentos.
  - Neóton.
  - Peritón.
  - Macrofitas.
- a) Abundancia y diversidad de especies.
- b) Estructura de las comunidades.

\* Reclamado con vegetación

- c) Especies dominantes.
- d) Productividad primaria.
- e) Redes tróficas.
- f) Especies de interés comercial, alimenticio, medicinal, etc. (importancia a nivel local, regional, nacional, etc.).
- g) Especies en peligro de extinción.
- h) Estado de madurez del ecosistema.
- i) Especies de interés científico y/o valor estético.

## 2. Medio Socioeconómico

La descripción de este factor tiene como objetivo conocer las condiciones demográficas, sociales, culturales y económicas del área de influencia del proyecto.

### 2.1 Aspectos socioeconómicos

- a) División política del área de estudio en una carta adecuada que permita su apreciación (por municipios, comunidades, centros de población, etc.).
- b) Tiempo de asentamiento de las localidades.
- c) Población total.
- d) Distribución de la población.
- e) Pirámide de edades (por grupo de edad y sexo).
- f) Tasas de crecimiento natural.
- g) Movimientos migracionales (emigración e inmigración).
- h) Factores que propician la emigración o inmigración.
- i) Población económicamente activa.
- j) Nivel de empleo y subempleo.
- k) Empleo por rama de actividad.

### 2.2 Aspectos económicos regional y subregional

- a) Principales actividades productivas.
  - Valor de la producción.
  - Canales de comercialización local y regional.
  - Período de comercialización.



— Disposiciones legales que afectan a la producción.

- b) Caracterización de las formas de tenencia y/o usufructo de la tierra.
- c) Tendencias hacia la concentración o la dispersión de la propiedad.
- d) Precios de la tierra.
- e) Formas de organización (incluyendo las del trabajo).

### 2.3 Calidad de vida

- a) Hábitos de consumo de la población.
- b) Características de la vivienda.
- c) Educación formal e informal.
- d) Infraestructura.\*
- e) Servicios.\*\*
- f) Salud pública (morbilidad y mortalidad).

### 2.4 Aspectos históricos, antropológicos, arqueológicos, étnicos y estéticos

- a) Actitud de la población local hacia el proyecto.
- b) Tipos de grupos.
  - Primarios.
  - Secundarios.
- c) Relaciones con otros grupos fuera de la comunidad.
- d) Papel que juegan los integrantes de los grupos del área del proyecto.
- e) Características de los grupos.
  - Cohesión.
  - Coersión.
  - Liderazgos.
- f) Aspectos de gran valor estético y paisajístico.
- g) Aspectos de interés histórico y cultural.

\* Caminos, puentes, vías férreas, etc.

\*\* Transportes, teléfono, telegrafía, electricidad, agua potable, drenaje, salud, educación. Describir cómo satisface la población sus necesidades cuando carece de algún servicio.

OBRAS DE INGENIERIA CIVIL.			Influencia en la calidad del aire	Influencia en la calidad del agua	Influencia en la calidad del suelo	Exposición de ruido	Alteración en las condiciones de la flora	Alteración en las condiciones de la fauna	Modificación del espacio	Alteración estética del conjunto	Alteración de las relaciones aire-agua	Alteración de las condiciones aire-suelo	Alteración de las condiciones agua-suelo	Alteración de la hidrología superficial y subterránea	Influencia en las condiciones oceanográficas costeras	Alteración de las condiciones geomorfológicas		
Obras para sistemas de Transportes	Obras para el uso y manejo del agua	Urbanas.	Viviendas		X	X			X	X								
			Industriales	X	X	X	X		X	X	X	X				X		
			Comerciales		X		X			X	X	X	X					
			Institucionales		X		X			X	X	X						
			Servicios Municipales		X	X	X	X		X	X	X			X			
			Centros recreativos y de espectáculos								X	X						
	Rurales	Agrícolas		X	X				X									
		Pecuarías		X	X				X									
	Obras para sistemas de Transportes	Urbanas.	Industriales		X	X	X		X									
			Sistemas de abastecimiento de agua potable		X	X			X		X		X		X			
			Sistemas de alcantarillado		X	X			X		X		X		X			
			Sistemas de irrigación.		X	X			X						X			
			Obras de generación de energía eléctrica		X	X	X		X						X	X		X
			Obras de protección fluvial		X				X									X
			Obras de protección marítima		X				X								X	X
			Obras de recreación			X			X									
			Carreteras	X	X	X		X	X		X				X	X		X
			Ferrocarriles			X		X	X						X	X		X
			Aeropuertos			X	X				X				X	X		X
			Transmisión de energía					X	X		X							
Obras de acondicionamiento para la navegación fluvial				X				X	X						X		X	
Obras de acondicionamiento para la navegación marítima				X				X	X							X	X	

Cuadro 1.1 Relación entre las obras de ingeniería civil y los factores del ambiente.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

*EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL*

*ANEXO AL TEMA V*

*SEPTIEMBRE 1992*

# EL SUELO EN EL CONTEXTO DE LAS MANIFESTACIONES DE IMPACTO Y AUDITORIAS AMBIENTALES

JORGE F. CERVANTES BORJA.

## PROBLEMATICA

EXISTE UN DESCONOCIMIENTO ABSOLUTO DE LO QUE ES Y SIGNIFICA EL SUELO COMO COMPONENTE DE LA NATURALEZA Y PARTICULARMENTE DE LAS FUNCIONES QUE EN ELLA CUMPLE Y DETERMINA.

## TESIS

DADO QUE EL SUELO ES EL SOPORTE NATURAL DE TODAS LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN SOBRE LA SUPERFICIE TERRESTRE, RESULTARA SIEMPRE AFECTADO POR CUALESQUIERA DE ELLAS.

## HIPOTESIS

EL SUELO FORMA PARTE DE UNA INTERFASE TETRADIMENSIONAL CONTINUA CONDICIONADA Y CONDICIONANTE DE LAS INTERACCIONES ENTRE LOS GRANDES DOMINIOS NATURALES; LA ATMOSFERA, LA LITOSFERA, LA HIDROSFERA Y LA BIOSFERA. POR LO TANTO, CUALQUIER ALTERACIÓN DE DICHS ELEMENTOS O DE SUS INTERACCIONES AFECTARA AL SUELO.

## CONCLUSION

EL SUELO ES UN INDICADOR FUNDAMENTAL PARA REGISTRAR VARIACIONES DE CALIDAD Y CANTIDAD, RELACIONADAS CON MODIFICACIONES NATURALES Y CULTURALES A LA ECOLOGIA Y EL AMBIENTE.

POR LO ANTERIOR, SE DEBE ESTUDIAR A PROFUNDIDAD, EL PAPEL QUE EL SUELO JUEGA EN LA NATURALEZA, PARA ASI CONCEPTUAR MEJOR SU MARCO DE EVALUACION EN LAS MANIFESTACIONES Y AUDITORIAS AMBIENTALES.

NO EXISTEN FORMULAS MAGICAS NI GENERALES PARA RESOLVER UNA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL. EN EL CASO DEL SUELO ESTO ES MAS CIERTO POR EL HECHO DE QUE EL SUELO ES UNA ENTIDAD DINAMICA Y VARIABLE EN LAS CUATRO DIMENSIONES. POR LO TANTO UNA EVALUACION DEBERA SER ASESORADA POR UN ESPECIALISTA EDAFOLOGO QUE PRECISE LA EVALUACION EN FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS AFECTADOS DE ACURDO CON LA NATURALEZA DEL SITIO Y EL TIPO DE PROYECTO.

LOS CONCEPTOS QUE SE DAN A CONTINUACION SON SOLO INDICATIVOS DE LOS ASPECTOS QUE SERIA NECESARIO CONOCER PARA ESTABLECER LA

CALIDAD DEL SUELO A CONSIDERAR EN LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.

CONCEPTOS A CONSIDERAR EN LAS MANIFESTACIONES DE IMPACTO CON RESPECTO A LA CALIDAD DE LOS SUELOS.

EL SUELO CUMPLE CON LAS SIGUIENTES FUNCIONES FUNDAMENTALES:

1. SOPORTE. ES LA FUNCION MAS CONOCIDA Y ENTENDIBLE, DADO QUE EL SUELO ES EL CONTINENTE DE TODA INSTALACION O ACTIVIDAD. POR LO ANTERIOR TODA ACCION QUE:

◦ REMUEVA, SELLE, CORTE, O MODIFIQUE LAS ESTRUCTURAS DE LAS CAPAS DEL SUELO Y SUBSUELO TENDRA UN IMPACTO DE 100 %

2. SUSTENTO. EL SUELO ES EL RESERVORIO Y UNICO MEDIO NATURAL MEDIANTE EL CUAL LOS ELEMENTOS MINERALES NUTRIENTES PUEDEN LLEGAR A LA VEGETACION. LA TOMA Y ACCESO DE ELLOS POR LAS PLANTAS SOLO SE REALIZA POR LA INTERFASE ORGANICA/MINERAL QUE FORMA EL HORIZONTE "A" DE LOS SUELOS.

POR LO ANTERIOR TODA ACCION QUE:

◦ REMUEVA, MODIFIQUE, CORTE, O IMPIDA EL INTERCABIO DE GASEOSO, E HIDRICO, QUE LIMITE O IMPIDA LA ACTIVIDAD MICROBIANA Y SUS EFECTOS SOBRE LOS PROCESOS BIOQUIMICOS Y BIOFISICOS, QUE LIBERAN LOS NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS TENDRA UN IMPACTO DE 100 %.

◦ PARA EFECTOS PRACTICOS CUALQUIERA DE LAS ACCIONES ANOTADAS QUE ALTEREN LOS PRIMEROS 100 CM. DE LAS CAPAS DEL SUELO TENDRAN EL MISMO IMPACTO DE 100 %

3. RESERVORIO DE NUTRIENTES. LA FUENTE DE MINERALES QUE A PARTIR DE LOS PROCESOS EDAFICOS BIOQUIMICOS Y BIOFISICOS, SE VA GENERANDO POR LA DESCOMPOSICION DE LAS ROCAS, SE ACUMULA NATURALMENTE EN LOS AGREGADOS DEL SUELO. POR LO TANTO CUALQUIER ACCION QUE:

◦ REMUEVA Y SAQUE EL MATERIAL DE LOS HORIZONTES "A" Y "B", ELIMINA DICHA CAPACIDAD DE RESERVORIO Y LO AFECTA PARCIAL O TOTALMENTE, POR LO QUE EL IMPACTO PODRIA VARIAR ENTRE 75 Y 100 %.

4. RESERVORIO DE GERMOPLASMA. LAS ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS POR LAS QUE SE REPRODUCE LA VEGETACION, SE ACUMULAN EN EL SUELO PERMANECIENDO EN ESTADO LATENTE HASTA QUE LAS CONDICIONES AMBIENTALES PERMITAN SU GERMINACION Y DESARROLLO. ADEMAS MUCHOS PROCESOS GENETICO / EVOLUTIVOS DE LA MESO Y MICRO BIOTA SE GESTAN EN EL SUELO POR LO TANTO:

◦ CUALQUIER ACCION DE REMOSION Y TRANSPORTE DEL HORIZONTE "A" Y DEL SOLUM DEL SUELO, FUERA DE SU LUGAR DE ORIGEN, IMPACTA NEGATIVAMENTE TANTO LA BIOTA DEL SITIO DE EXTRACCION COMO LA DEL SITIO DEL DEPOSITO. EN AMBOS CASOS PORQUE SE MODIFICA SUSTANCIALMENTE LA ESTABILIDAD Y CONTROL QUE NATURALMENTE SE DA

PARA REGULAR EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LAS POBLACIONES. POR LO QUE SE GENERAN FENOMENOS DE COMPETENCIA INTRA E INTERESPECIFICAS QUE PUEDEN RESULTAR SUMAMENTE PERJUDICIALES.

EN ESTE ASPECTO LA MAGNITUD DEL IMPACTO ES DE 100, EN TANTO QUE SU IMPORTANCIA PUEDE SER MUY VARIABLE, EN GENERAL ENTRE 50 Y 100 %

5. HABITAT Y ECOSISTEMA BIOTICO. EL SUELO ES UNA ENTIDAD VIVA QUE FUNCIONA COMO UN ECOSISTEMA CON SUS COMUNIDADES BIOTICAS PROPIAS. LAS FUNCIONES DE ESTE ECOSISTEMA SON FUNDAMENTALES PARA EL DESARROLLO DEL PROCESO EDAFICO Y LA CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD.

POR LO TANTO CUALQUIER ACCION QUE:

◦ MODIFIQUE LOS HORIZONTES "A" Y "B", DEL SUELO CAUSA UN IMPACTO DEL 100 % TANTO EN MAGNITUD COMO IMPORTANCIA.

6. TRANSMISIBILIDAD. LOS SUELOS CONSTITUYEN UN MEDIO PARA EL TRANSPORTE Y CONDUCCION DE MATERIA Y ENERGIA TANTO LATERAL COMO VERTICALMENTE. EN LOS DOS SENTIDOS EL SUELO SE DESARROLLA COMO INDIVIDUO A LA VEZ QUE PERMITE LA EVOLUCION DE LAS CORTEZAS DE INTEMPERISMO QUE NORMALMENTE FORMAN EL SUBSUELO.

LA INTERRUPCION DE ESTA FUNCION NO SOLO AFECTA LA EVOLUCION NATURAL DEL SUELO SINO QUE ADEMAS AFECTA EL COMPORTAMIENTO DEL SUBSUELO, LO CUAL PUEDE GENERAR PELIGROS DE INESTABILIDAD, TANTO EN EL SITIO DE AFECTACION DIRECTA, COMO EN EL ENTORNO DE INFLUENCIA.

LAS ACCIONES QUE PUEDEN AFECTAR ESTA FUNCION SON:

◦ CORTES, EXCAVACIONES, SELLADOS, RELLENOS, NIVELACIONES, ETC. SU MAGNITUD SIEMPRE ES DE 100 % EN TANTO QUE SU IMPORTANCIA VARIA ENTRE EL 50 Y 100 %.

7. REGULADOR FILTRO Y RESERVORIO DE AGUA. EL SUELO REGULA EL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL DE LAS AGUAS PLUVIALES A PARTIR DE SU CAPACIDAD DE INFILTRACION. PARTE DEL AGUA INFILTRADA ES RETENIDA COMO AGUA DEL SUELO Y EL RESTO SE INCORPORA AL AGUA SUBTERRANEA. LOS PROCESOS BIOQUIMICOS Y BIOFISICOS AYUDAN A FILTRAR O A INCORPORAR ELEMENTOS QUE PUEDEN MODIFICAR LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA. LA MODIFICACION DE ESTA FUNCION PUEDE GENERAR PROBLEMAS DE EROSION SUPERFICIAL DEL SUELO, LIXIVIACION EXCESIVA DEL MATERIAL ORGANOMINERAL, ALTERACIONES DE LA CALIDAD DEL AGUA, PERDIDA DE LA CAPACIDAD DE RETENCION DE HUMEDAD Y DEL VOLUMEN DE RECARGA DEL MANTO FREATICO.

LAS ACCIONES QUE PUEDEN AFECTAR ESTA FUNCION SON:

◦ CORTES, EXCAVACIONES, SELLADOS, RELLENOS, NIVELACIONES, ETC. SU MAGNITUD SIEMPRE ES DE 100 % EN TANTO QUE SU IMPORTANCIA VARIA ENTRE EL 50 Y 100 %.

EN LA TABLA SIGUIENTE SE PROPORCIONAN PARAMETROS ESTIMATIVOS DEL IMPACTO CAUSADO EN LOS SUELOS POR LAS ACCIONES MAS COMUNES Y GENERICAS DE DIFERENTES TIPOS DE OCUPACION DEL SUELO. \*

VECTOR DE IMPACTO	T I P O D E M E D I O S		
	MAGNITUDES DE IMPACTO EN % FISICO	QUIMICO	BIOTICO
1. DRAGADOS	50-100	75-100	100
2. CORTES	100	50-100	50-100
3. NIVELACIONES	100	50-100	100
4. RELLENOS	50-100	50-100	100
5. CUBIERTAS	100	100	100
6. IMPERMEABILIZACIONES	100	100	100
7. EXCAVACIONES	100	50-100	100
8. RESIDUOS SOLIDOS	50-100	50-100	50-100
9. RESIDUOS LIQUIDOS	50-100	50-100	50-100
10. CONSTRUCCIONES	100	100	100
11. DESMONTES	50-100	50-100	75-100
12. QUEMAS	50-100	50-100	75-100
13. EXPLOSIVOS	50-100	50-100	75-100
14. PERFORACIONES	25-100	25-100	25-100
15. AGROQUIMICOS	25-100	25-100	75-100
16. RIEGO	50-100	75-100	75-100
17. AGRICULTURA	75-100	75-100	75-100
18. CANALES	25-100	25-100	25-100
19. DUCTOS	25-100	25-100	25-100
20. VIALIDADES	25-100	25-100	25-100

\* LOS VALORES ANOTADOS SON PARA MAGNITUDES DE IMPACTO, VARIAN DE ACUERDO AL AREA AFECTADA Y EL TIEMPO DE PERMANENCIA O RECURRENCIA DEL VECTOR.

LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO, SOLO SE PUEDE VALORAR, POR EL CONOCIMIENTO DE LA NATURALEZA DEL SITIO Y LA REGION, CONFRONTADAS CONTRA LAS CARACTERISTICAS DE OCUPACION Y OPERACION DE CADA PROYECTO.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

*EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL*

*ANEXO AL TEMA XII*

*SEPTIEMBRE 1992*



## . Peces

La biota de peces de mayor abundancia se limita a los arrecifes, o al menos a la zona de concentración de corales. Estas mantienen grandes cantidades de peces papagayos, y roncadores de rayas azules. También se encuentran, pero en menor número, peces mariposa, centriscos, varios tipos de ángeles de mar y otros. Con la excepción de las barracudas, los peces grandes y comestibles ya han sido casi eliminados debido a la pesca excesiva.

### II.3 Factores socioeconómicos

#### II.3.1 Población

El total de habitantes del municipio de Cozumel se incrementó de 23,270 en 1980 a 41,171 en 1985, lo que significa un aumento de casi un cien por ciento en cinco años. De acuerdo con los datos preliminares del XI Censo General de Población y Vivienda 1990, el municipio de Cozumel tuvo una población total de 44,868 habitantes. La cabecera municipal, San Miguel de Cozumel, alberga al 85.1% de la población del municipio, lo que equivale a 38,183 habitantes y los 6,685 habitantes restantes se distribuyen en las otras 230 localidades con que cuenta el municipio.

De esta manera el municipio creció a una tasa media anual de 6.8% entre 1980 y 1990, y se espera que para el año 2000 alcance los 62,111 habitantes, es decir que se estima una tasa media anual de crecimiento de 3.3%.

En lo que toca al municipio de Benito Juárez, debe considerarse que, aunque administrativamente forma otra zona, en la realidad constituye el centro sobre el que gravita el municipio de Cozumel, conformando una unidad económica estrechamente interrelacionada. Es bajo esta premisa que el comportamiento demográfico de este municipio, debe considerarse en el futuro desarrollo turístico del de Cozumel.

Si se considera en forma conjunta la información demográfica de estos dos municipios, la tasa media de crecimiento anual para el período 1980-1990, se ubica en 13.9% y para el período 1990-2000, se estima que sea de 8.8%. Con esta tasa de crecimiento, la zona contará con 518,719 habitantes, en 2000.

A nivel administrativo, los municipios de Othón P. Blanco y Benito Juárez son los que concentran el mayor porcentaje de la PEA estatal. Por supuesto, cada municipio asume características particulares. Así, el municipio de Cozumel, con 11.7% de PEA estatal, muestra estar orientado hacia actividades de infraestructura, comercio y transporte, vinculadas con la expansión del sector turismo. De manera similar, el municipio de Benito Juárez, con el 19.1% de la PEA estatal, está articulado con el nuevo modelo de desarrollo basado en el turismo. El municipio de Othón P. Blanco concentra el 41.1% de la PEA estatal, aunque ésta se concentra en el rubro de "insuficientemente especificada".

### Grupos étnicos

En el sitio del proyecto y en sus alrededores no existen asentamientos de grupos étnicos. Sin embargo, en algunas zonas de la porción continental del Municipio de Cozumel, sobre todo entre las poblaciones de Cancún y Tulum, en donde la densidad de población es aún muy baja, reside población maya que vive en comunidades muy pequeñas y aisladas. Estas comunidades tienen un ingreso muy bajo, lo que obliga a la mayoría de los pobladores rurales que no están asociados con los desarrollos hoteleros, pero también a los que están asociados, a realizar una cacería de animales silvestres. En algunos casos, esta cacería es de verdadera subsistencia.

### II.3.2 Empleo

Una importante parte de los empleos generados en el Estado provienen del turismo y de la rama de la construcción, especialmente en la Ciudad de Cancún. Según una investigación reciente, los empleos generados en 1988 se concentraron de la siguiente forma:

Empleos hoteleros directos .	18,106
Empleos indirectos	33,018
Construcción de 9000 cuartos	31,500
Sector público	4,000
Transporte colectivo y taxis	3,500
Otros no clasificados	10,000
	-----
Total	105,124

El impacto en Cancún se expande en forma acelerada hacia el sur hasta cubrir el Corredor Turístico Cancún-Tulum, el cual rápidamente ha estado cambiando la composición y estructura de la población en Puerto Morelos, Playa del Carmen y Tulum.

Por lo que toca a la generación de empleos por proyectos turísticos en los municipios de Cozumel y Benito Juárez, preliminarmente se estima (considerando sólo hoteles de cinco estrellas y condominios), que por cada cuarto construido se generan en promedio dos empleos directos e indirectos. Es importante hacer notar que no necesariamente la población ocupada en los desarrollos turísticos proviene de otros estados. Incluso por la calificación de la fuerza de trabajo que se necesita en esta actividad, solamente un porcentaje reducido requiere de un nivel de escolaridad alto.

Por otra parte, se estima que la población en edad de trabajar de los municipios de Cozumel y Benito Juárez cubrirán la demanda de empleo que generarán los desarrollos turísticos. Se espera que la participación de la PEA de estos municipios sea en conjunto del 40% de la población ocupada total en el estado, durante la presente década.

### II.3.3 Servicios

#### Medios de comunicación

En el municipio de Cozumel se cuenta con comunicaciones terrestres, marítimas y aéreas. La vía terrestre de mayor importancia es la carretera Cancún-Tulum que corre paralela a la costa atravesando el municipio de norte a sur. También son importantes las carreteras Nuevo Xcan-Cobá que entronca con la carretera Mérida-Puerto Juárez una de las más importantes de Quintana Roo y la carretera Cobá-Tulum.

La comunicación de la Isla de Cozumel con el continente se realiza a través del transporte marítimo. Existe servicio público de transbordador de Puerto Morelos a Cozumel a través del cual se efectúa el abasto y servicio de pasajeros proporcionados por dos compañías particulares que cubren la ruta Cozumel-Playa del Carmen. Cozumel cuenta con un puerto de gran calado, en el cual se realiza el atraque de gran cantidad de cruceros turísticos y yates, que son de gran importancia para la economía de la isla. También cuenta con un aeropuerto internacional y aeristas en Tulum, Playa del Carmen y Boca Paila.

El municipio cuenta con correo, telégrafo, télex, servicio de FAX, teléfono y estaciones terrenas que permiten proporcionar educación telesecundaria a varias localidades del medio rural. Los servicios se concentran en la ciudad de Cozumel, quedando casi sin servicios la parte continental.

### **Medios de transporte**

El servicio de transporte es escaso, sobre todo en la zona rural de la porción continental del municipio, lo que hace que las localidades del área tengan mayor relación con Cancún, Valladolid y Mérida, que con Cozumel, debido a que los transportistas vallisoletanos recorren la zona por diversas rutas.

### **Servicios Públicos**

El municipio de Cozumel cuenta con los servicios de energía eléctrica y agua potable que están a la disposición de la mayor parte de la población, particularmente en la cabecera municipal. También se proporciona, a través del ayuntamiento, aseo urbano, alumbrado público, rastro, mercados, panteones, seguridad pública, tránsito, calles, parques y jardines, recreación y deporte y transporte urbano concesionado.

### **Educación**

En el municipio de Cozumel se cuenta con servicios educativos desde el nivel preescolar hasta el medio superior. La mayor parte de los servicios educativos del nivel medio y medio superior se concentran en la cabecera municipal, y para recibir educación superior es necesario salir del municipio. Las localidades más cercanas que ofrecen educación superior son Cancún, Chetumal y Mérida.

Los servicios educativos brindan atención a la población demandante bajo tres modalidades; la educación formal o escolarizada, el sistema de castellanización o bilingüe y el sistema de cursos comunitarios. Estas dos últimas modalidades operan en localidades pequeñas del medio rural.

Actualmente, el municipio de Cozumel cuenta con 16 planteles de educación primaria, con un total de 126 profesores y 5,021 alumnos, lo que da un promedio de 39.8 alumnos/profesor. Con respecto a la educación secundaria, se tienen dos planteles con 28 profesores y 488 alumnos, que dan un promedio de 17.4

alumnos/profesor. Asimismo, se tienen tres telesecundarias en diferentes localidades rurales del municipio, con una población indefinida.

### **Salud**

La atención a la salud en el municipio de Cozumel es proporcionada, a nivel institucional, por unidades de la Secretaría de Salud (SSA), Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), Cruz Roja y Fuerza Aérea. En el medio rural es muy importante la presencia de unidades de la SSA y el IMSS, ya que dan atención en lugares apartados que de otra forma quedarían desprotegidos. Las principales enfermedades que se presentan en el municipio son las que afectan los aparatos digestivo y respiratorio.

Para dar servicio a la población, el municipio cuenta con dos centros de salud, una casa de salud, un hospital general de subzona, tres unidades médicas rurales y una clínica.

**CUADRO I.1**  
**USOS DEL SUELO EN MAYALUUM**

CONCEPTO	CUARTOS- VIVIENDAS	AREA (ha)
<b>PARCELA OESTE</b>		
Selva		291.00
Campo de golf		48.70
Segunda Casa Club		.80
Observatorio de la naturaleza		2.10
Comercial en carretera		7.90
Viviendas para ejecutivos	200	9.80
Centro ecuestre		2.40
Vialidad interna		1.40
Servicios principales		5.10
Planta de servicios		6.90
Vivero		7.20
Laguna de agua dulce		4.70
Derecho de vía para línea de transmisión eléctrica y ampliación autopista		24.00
Subtotal		412.00
<b>PARCELA ESTE</b>		
Hotel de Convenciones	575	15.00
Hotel Familiar	375	12.80
Villa de la marina y condohotel Boutique	250	8.70
Plaza de llegada, club de golf, club de tenis y Spa		4.60
Club de playa		1.70
Comercial en carretera		3.50
Comercial y residencial de la marina	60	5.50
Residencial de la marina	240	7.20
Residencial de la laguna	500	12.30
Residencial del golf	480	12.80
Residencial de la playa	200	4.10
Lotes unifamiliares	50	9.60
Marina (100 amarres)		8.60
Laguna del manglar		14.90
Laguna de agua dulce		8.50
Playa-duna		17.00
Reserva del manglar		13.20
Reserva forestal		2.50
Reserva forestal y jardín de plantas nativas		11.00
Campo de golf		51.00
Jardín de amortiguamiento		5.00
Vialidad interna		8.20
Subtotal		237.70
<b>TOTAL DEL PREDIO</b>		<b>649.70</b>

**CUADRO I.2**  
**AREAS SUJETAS DE DESMONTE Y DESPALME DURANTE LA PREPARACION**  
**DEL SITIO Y CONSTRUCCION DEL PROYECTO MAYALJUM**

CONCEPTO	ZONA DE MANGLAR (m2)	TERRENO FIRME (m2)	SUPERFICIE TOTAL (m2)
<i>Parcela este</i>			
Marina	79,345	6,655	86,000
Lagunas	221,923	59,077	281,000
Edificaciones	673,000	291,000	964,000
Campo de golf	0	510,000	510,000
Suma	974,268	866,732	1,841,000
Areas sin desmontar			536,000
Total Parcela Este			2,377,000
<i>Parcela oeste</i>			
Laguna	0	47,000	47,000
Edificaciones	0	436,000	436,000
Campo de golf	0	487,000	487,000
Suma	0	970,000	970,000
Areas sin desmontar	0		3,150,000
Total Parcela Oeste			4,120,000
<b>TOTAL DESMONTADO Y DESPALMADO</b>			<b>2,811,000</b>

**CUADRO I.3**  
**AREAS Y VOLUMENES DE EXCAVACION**

CONCEPTO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE EXCAVACION (m <sup>3</sup> )
Marina	86,000	258,000
Duna	4,375	8,750
Canal de acceso	9,350	28,050
Lagunas	281,000	140,500
Edificaciones	673,000	1,346,000
<b>Total</b>	<b>1,053,725</b>	<b>1,781,300</b>



**CUADRO I.4**  
**PERSONAL REQUERIDO DURANTE LAS ETAPAS DE PREPARACION**  
**DEL SITIO Y CONSTRUCCION DE LA OBRA**

FASE DEL PROYECTO	TIEMPO DE OCUPACION (meses)	P E R S O N A L		PROCEDENCIA
		N.E.	E.	
Preparación del sitio	30	50	261	Cancún
Urbanización e infraestructura	48	292	54	Cancún
Construcción de hoteles	60	516	404	Cancún
Construcción de viviendas y zonas comerciales	48	2,322	1,818	Cancún

**NOTAS:** N.E. No especializado  
E. Especializado

**CUADRO 1.7**  
**PERSONAL REQUERIDO PARA LA ETAPA DE OPERACION DEL**  
**PROYECTO MAYALUUN RESORT**

CONCEPTO	PERSONAL REQUERIDO	ORIGEN	ESPECIALIDAD
Hotel de Convenciones	900	Contrataciones locales, Playa del Carmen y Tulum,	Todos los aspectos de operaciones hoteleras con experiencia en viajes,
Hotel o condohotel Familiar	850	número limitado de transferencias desde otras cadenas hoteleras	turismo, tenencia de libros, ventas, contabilidad, alimentos y bebidas,
Hotel o condohotel Boutique	700	de México	quehaceres domésticos e ingeniería.
Campos de golf	80	Contrataciones locales	Superintendente de mantenimiento del campo de golf, botánicos, expertos en paisaje y plantas
Centro de tenis	10	Contrataciones locales	Profesionales de tenis y personal
Marina	25	Contrataciones locales	Maestro de muelle y personal
Centro de ventas	30	Contrataciones locales	Ventas, expertos en mercadotecnia y personal administrativo
Lotes residenciales	10	Contrataciones locales	Mantenimiento
Unidades multifamiliares en condominio	30	Contrataciones locales	Mantenimiento
Empleo doméstico	300	Contrataciones locales	Quehaceres domésticos
Establecimientos comerciales	550	Contrataciones locales	Ventas
Asociación de dueños de propiedades	150	Contrataciones locales	Administración y mantenimiento
Asociaciones de propietarios	100	Contrataciones locales	Administración y mantenimiento
Administración	265	Contrataciones locales	Administración
<b>T O T A L</b>	<b>4,000</b>		

**CUADRO I.8**  
**REQUERIMIENTOS DE ENERGIA ELECTRICA DURANTE LA**  
**OPERACION DEL PROYECTO TURISTICO MAYALUUM**

CONCEPTO	CONSUMO (kW/hr)
Hoteles o condohoteles	258.00
Residenciales	405.00
Lotes unifamiliares	45.00
Viviendas para ejecutivos	18.00
Zona comercial	90.00
Marina	32.50
Campos de golf (Casas Club)	15.00
Alumbrado público	5.33
Planta potabilizadora	5.00
Planta de tratamiento	5.00
Sistemas de bombeo de aguas	7.50
<b>Total</b>	<b>886.33</b>

**CUADRO 1.9**  
**ESTIMACION CUANTITATIVA DE AGUA POTABLE Y GENERACION DE AGUAS RESIDUALES**  
**DURANTE LA OPERACION DEL DESARROLLO MAYALUM, QUINTANA ROO**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	No.PERSONAS EQUIVALENTE	DOTACION (l/hab/d) (l/m2/d)	AGUA POTABLE (l/s)	AGUAS RESIDUALES (l/s)
Lotes unifamiliares	Viviendas	50	250	350.00	1.01	.81
Residenciales	Viviendas	7	5920	350.00	23.98	19.19
Viviendas para ejecutivos	Viviendas	200	600	350.00	2.43	1.94
Condohotel Boutique y Villa Marina	Habitaciones	250	500	1900.00	11.00	8.80
Hotel de Convencio- nes.	Habitaciones	575	1150	1900.00	25.29	20.23
Hotel o condohotel Familiar	Habitaciones	375	750	1900.00	16.49	13.19
Otras instalaciones	m2	583,000	-----	1.50	10.12	8.10
<b>TOTAL</b>					<b>90.32</b>	<b>72.26</b>

NOTAS: Se consideraron dos personas por habitación y cinco habitantes por vivienda  
El coeficiente de aportación de aguas-residuales se consideró de 0.8

02f

CUADRO II.1  
 FAUNA OBSERVADA EN PUNTA MARONA Y PLAYA DEL CARMEN, ESTATUS Y USOS.

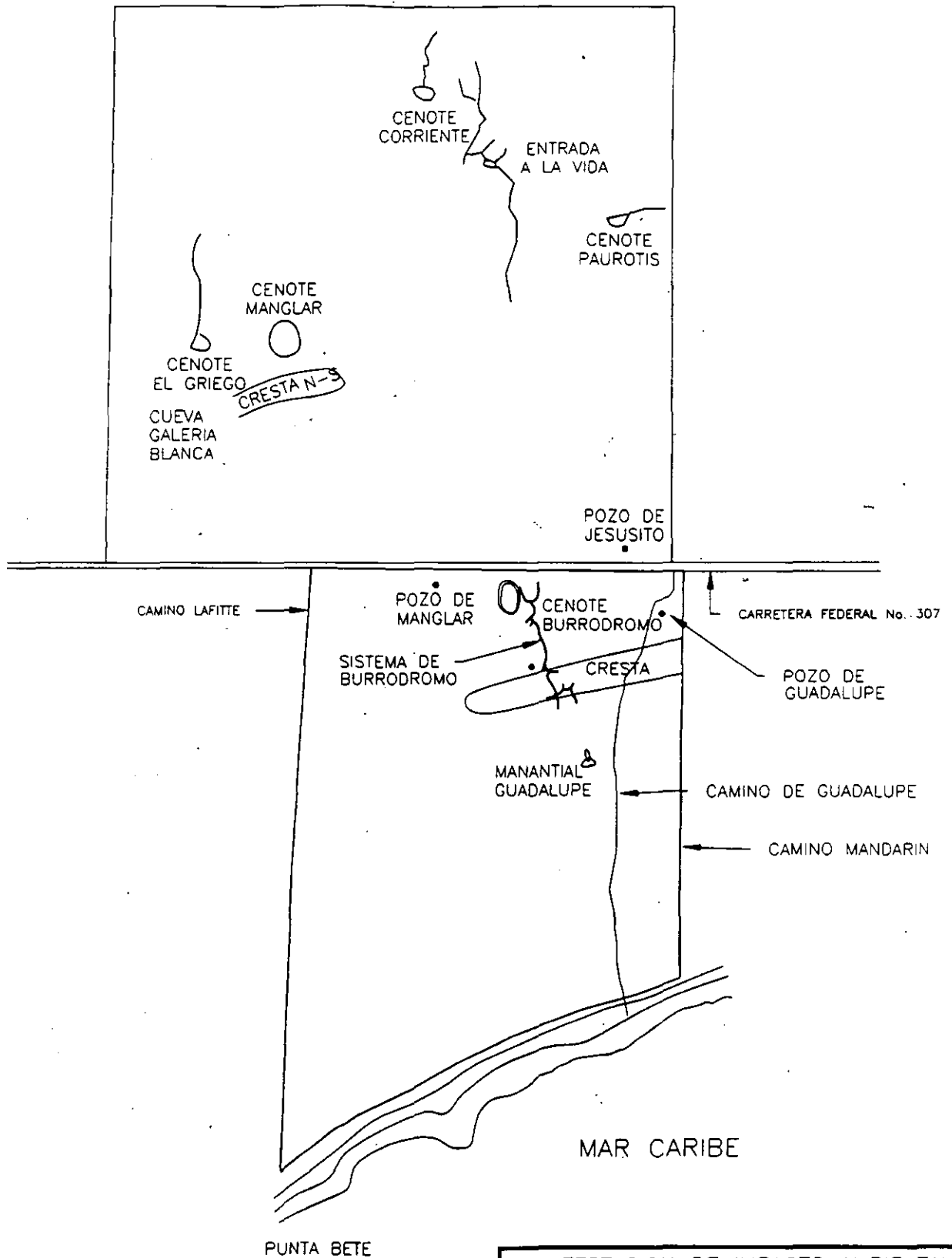
	E S T A T U S		U S O S					
	PUNTA MARONA	PLAYA CARMEN	PELIGRO EXTINCION	AMENA- ZADA	PROTECCION ESPECIAL	ALIMENTO	COMERCIO	CINEGETICO
<b>ANFIBIOS</b>								
<i>Hyla loquax</i>	X	X						
<i>Hyla microcephala</i>	X	X						
<i>Hyla picta</i>	X							
<i>Hyla staufferi</i>	X	X						
<i>Smilisca baudini</i>		X						
<i>Bufo marinus</i>	X							
<i>Bufo valliceps</i>	X							
<i>Hypopachus variolosus</i>	X	X						
<i>Rana pipiens</i>		X						
<b>REPTILES</b>								
<i>Caretta caretta</i>		X			X	X		
<i>Chelonia mydas</i>		X			X	X		
<i>Eretmochelys imbricata</i>		X			X	X	X	
<i>Kinosternon scorpioides</i>	X	X						
<i>Chrysemys scripta</i>		X						
<i>Rhinoclemys areolata</i>		X				X	X	
<i>Aristelliger georgeensis</i>	X	X						
<i>Coleonyx elegans</i>		X						
<i>Anolis rodriguezii</i>		X						
<i>Anolis sagrei</i>		X						
<i>Basiliscus vittatus</i>	X	X						
<i>Ctenosaura similis</i>	X	X		X		X		X
<i>Iguana iguana</i>		X		X		X		X
<i>Sceloporus crhysosticus</i>	X	X						
<i>Sceloporus cozumelae</i>	X	X						
<i>Mabuya brachypoda</i>	X							
<i>Ameiva undulata</i>	X	X						
<i>Boa constrictor</i>	X	X		X				
<i>Coniophanes imperialis</i>		X						
<i>Drymobius margaritiferus</i>	X	X						
<i>Elaphe flavirufa</i>	X	X						
<i>Imantodes tenuissimus</i>		X						
<i>Leptodeira septentrionalis</i>		X						
<i>Oxibelis fulgidus</i>		X						
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	X							
<i>Micrurus diastema</i>		X						



PROGRAMA GENERAL DE OBRA							
F A S E S	TIEMPO DE OCUPACION EN MESES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
PREPARACION DEL SITIO	30	[Hatched bar from start of Year 1 to end of Year 3]					
URBANIZACION E INFRAESTRUCTURA	48		[Hatched bar from start of Year 2 to end of Year 5]				
CONSTRUCCION DE HOTELES	60		[Hatched bar from start of Year 2 to end of Year 7]				
CONSTRUCCION DE VIVIENDAS Y ZONAS COMERCIALES	48			[Hatched bar from start of Year 3 to end of Year 7]			

FIGURA 1.3

PROGRAMA GENERAL DE OBRA

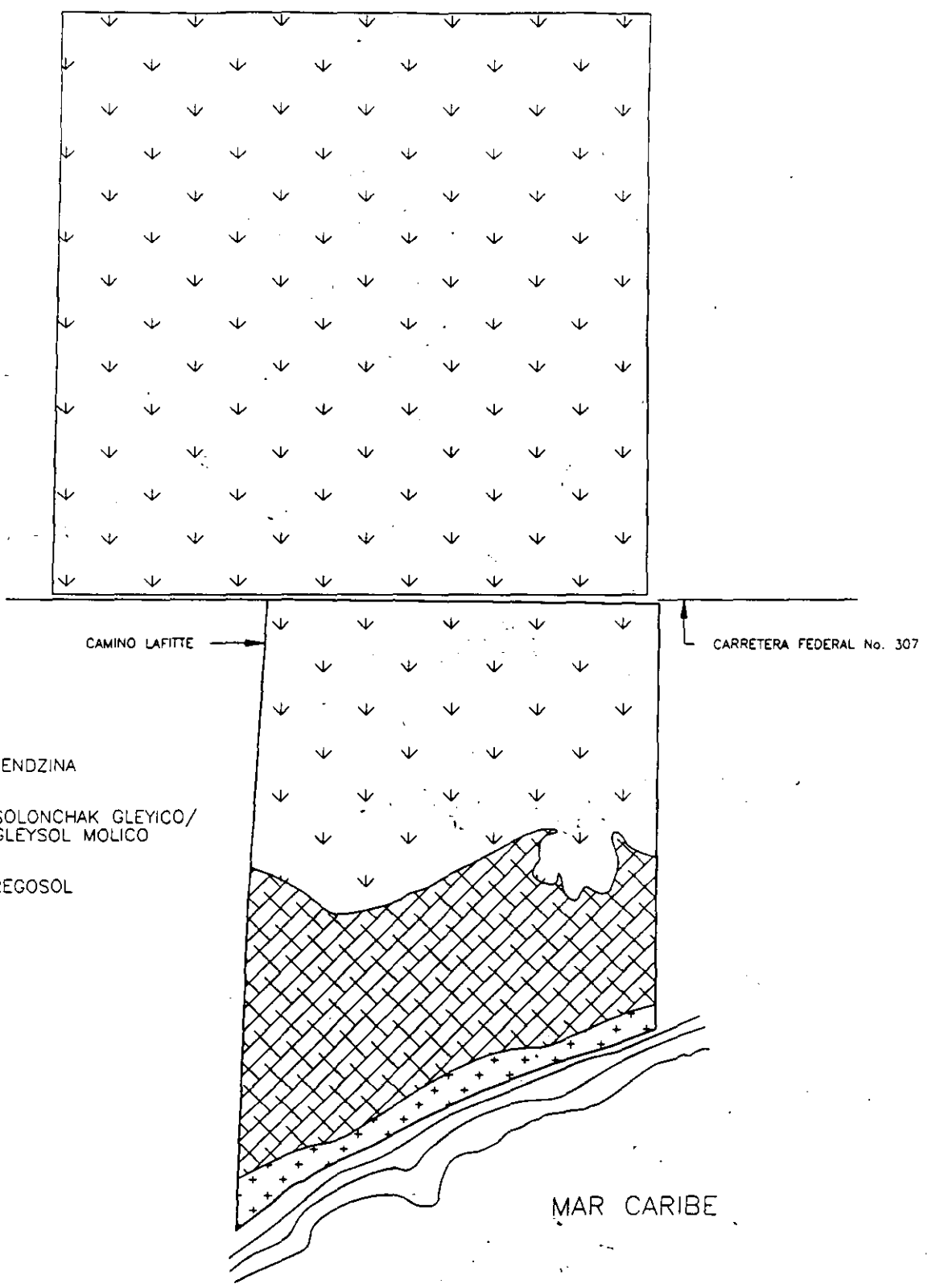




MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL  
 PROYECTO MAYALUUM

FIGURA II.1

LOCALIZACION DE CENOTES EN  
 EL PREDIO DE MAYALUUM





-  RENDZINA
-  SOLONCHAK GLEYICO/  
GLEYSOL MOLICO
-  REGOSOL

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL  
 PROYECTO MAYALUUM  
 FIGURA II.2  
 EDAFOLOGIA

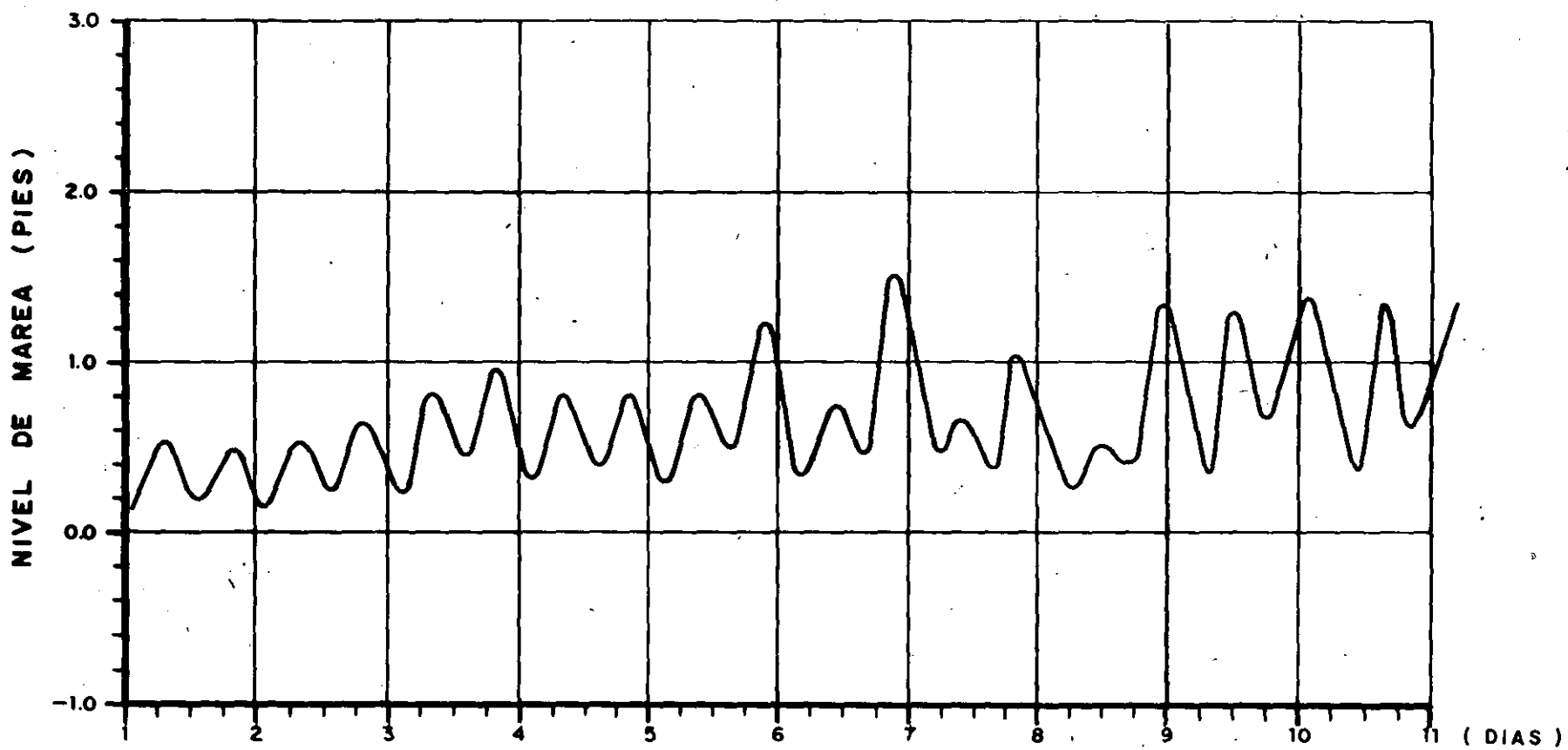
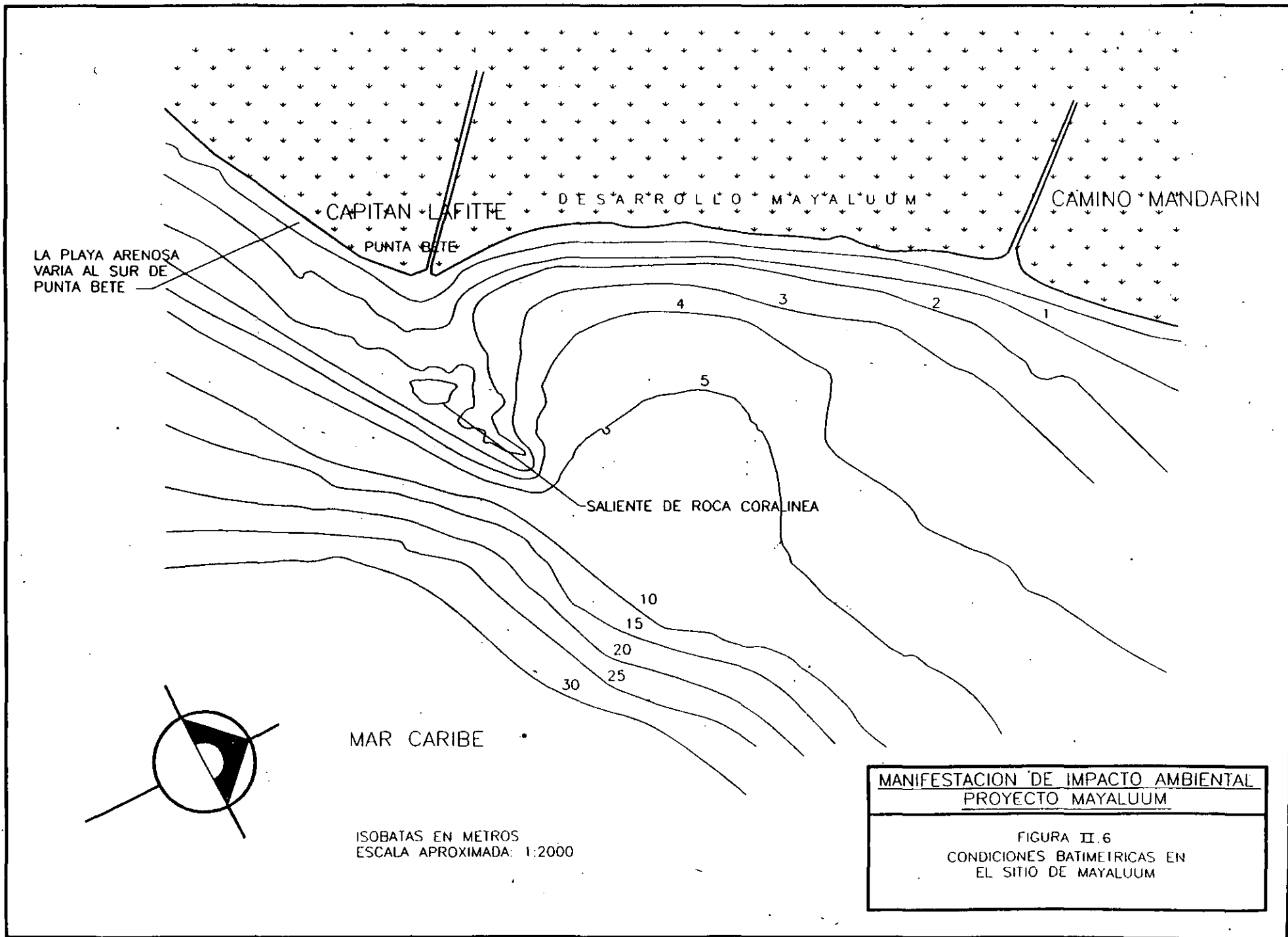
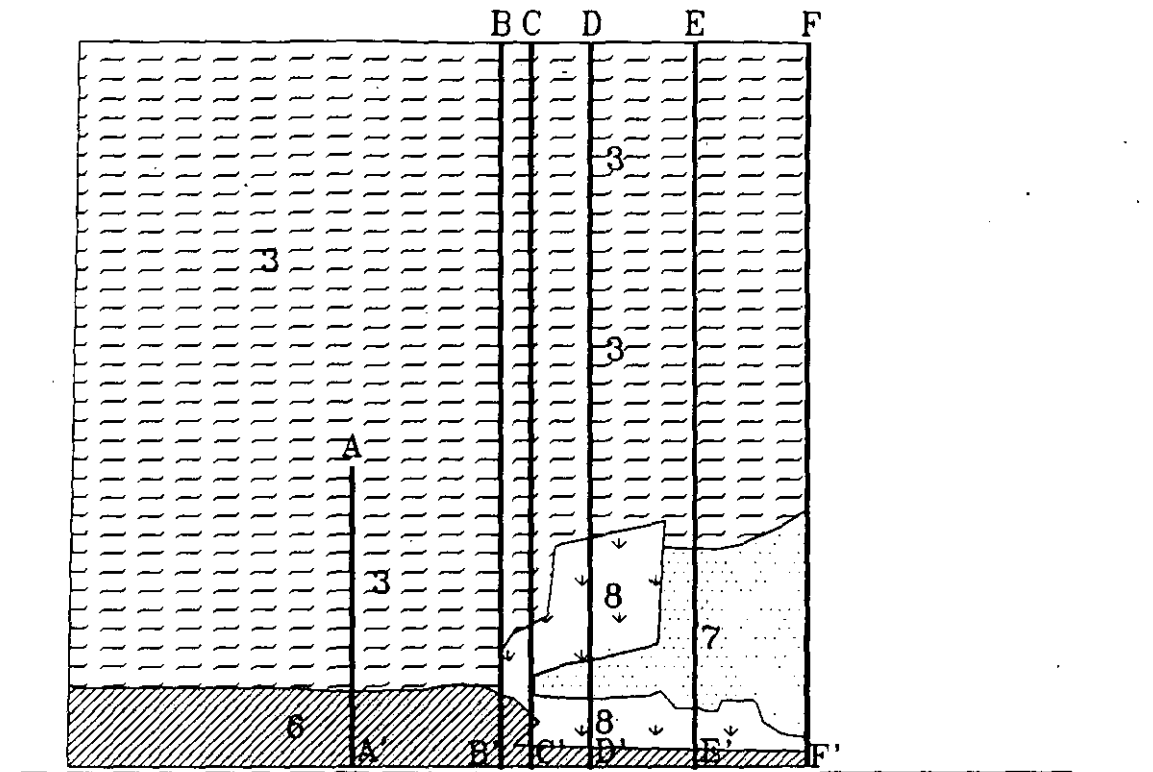










FIGURA II.5  
REGISTROS DE MAREAS EN MAYALU'  
(OCTUBRE DE 1990)





-  1 MANGLAR  
R: ROJO  
B: BOTONCILLO  
CH: CHAPARRO  
M: MIXTO
-  2 BRAVISA
-  3 SELVA SUCESIONAL
-  4 ACAHUAL CON PASTOS
-  5 ACAHUAL SIN PASTOS A: ABIERTO
-  6 ACAHUALES FUERA DE MAYALUUM
-  7 ACAHUALES DENSOS
-  8 AREAS DEDICADAS A GANADERIA

A, B, C, D, E, F LINEAS DE AGRIMENSURA

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL  
PROYECTO MAYALUUM

FIGURA II.7  
TIPOS DE VEGETACION  
EN EL AREA DEL  
PROYECTO

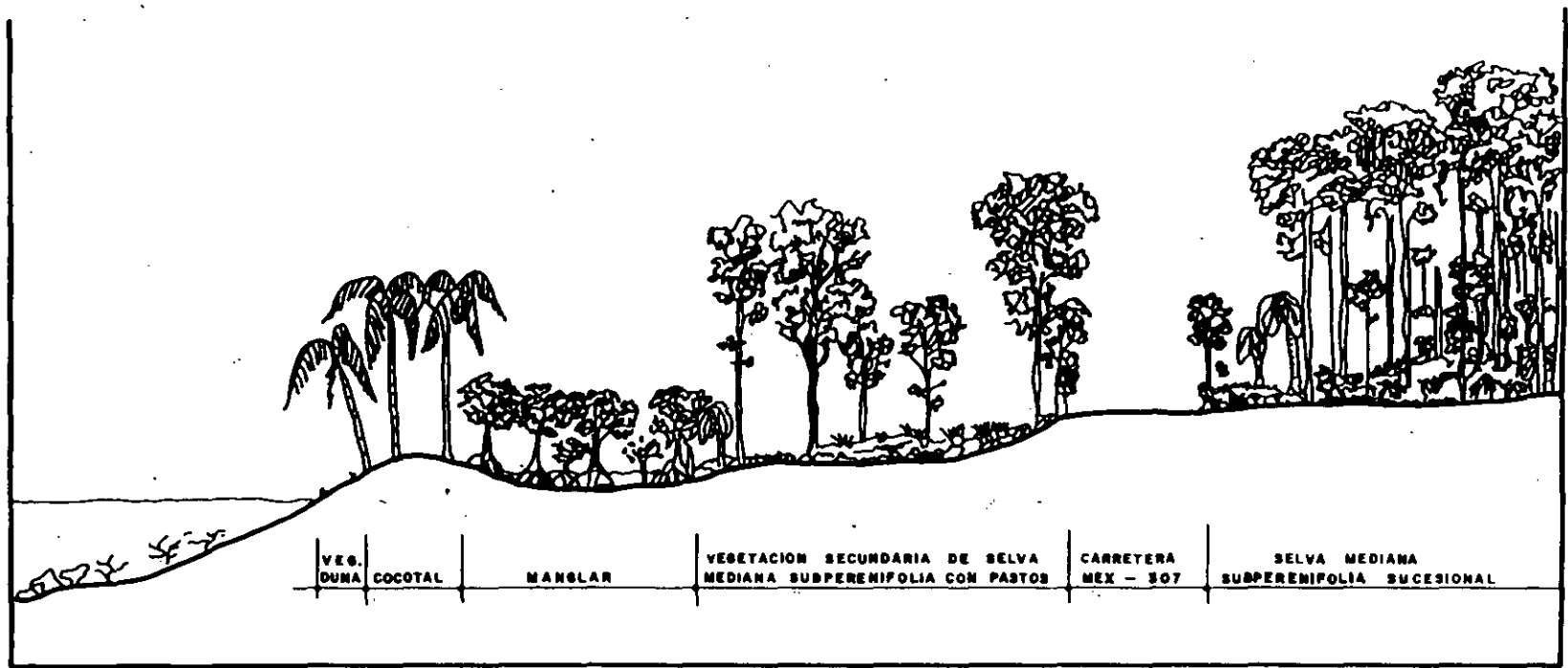


FIGURA II/8  
 PERFIL VEGETACIONAL







**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**SELECCION DE PROGRAMAS**

**SEPTIEMBRE - 1992**



# Software Collator

**Company**                      **Program**                      **Computing Capability**

WATER		C	D	E
Slotta Engineering Associates	PULSE	c		
Slotta Engineering Associates	FECDBELE	c		
Slotta Engineering Associates	DISTRIB	c		
Slotta Engineering Associates	DISTRO	c		
Techdata	Water		d	
Techdata	Demin		d	
Thermal Analysis Systems	Gravity Drains		d	
U S West Knowledge Engineering	Hydropeak			c

c = Groundwater Movement, d = Calculations, e = River Data

WASTEWATER		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Cochrane	Tredat	c									
Cochrane	Asper		d								
Cochrane	Tremain	c		e							
Cochrane	Treport	c									
Cochrane	Pretre	c									
GWG:HDR	Water-Cost					a					
Datastream Systems	Datastream	c									
Datastream Systems	Operations Pac	c						i			
EDI Technology Companies	Datastream	c									
Envirotech	CAMEO	c		e							
Macola	Operator 10-Process Evaluation	c					h				
Macola	Operator 10-Process Monitoring	c						a			
Macola	Operator 10-Industrial Pollutant							i			
Macola	Operator 10-Inventory/Maintenance				c						l
Magnum Computer Corp.	Peruse	c									
O'Brien & Gere Engineers	Sewer Maintenance System	c		e							
O'Brien & Gere Engineers	Pretreatment Info Systems	c									
Public Works Software	OASIS	c		e							
Resource Conservation Services	Sludge Manager										k
Resource Conservation Services	Sludge Regulator										k
SoftCare Computer Services	Sludge Manager II	c									l
Spical Systems	Pretreatment	c									
Systems/Services Engineering	System/Services	c									
Techdata	Act		d								
Waid and Associates	Water Master		d								
WDMS Computer Services	Wastewater Data Management System				f						

a = Wastewater Data Handling, Calculations      g = Cost                      j = Storm Water  
 d = Activated Sludge                                      h = Process Operation                      k = Sludge Management  
 e = Wastewater Maintenance                          i = Reporting                                      l = Inventory  
 f = Pretreatment

# Software Collator

Company	Program	Computing Capabilities				
PHYSICAL/CHEMICAL DATA		C	D	E	F	G
Arthur D. Little	Chemest				f	
Chem Multi Base	Chem Multi Base				f	
ERM Computer Services	Enflex Info			c		
Gulf Publishing Company	Chemcalc 1: Separations Calculations					
Gulf Publishing Company	Chemcalc 7: Chemical Compound Database					
Gulf Publishing Company	Thermosim 1: Equil					
P S Lowell & Co	Aqueous Chemical & Physical Properties				f	
Software Systems Corp.	Gasprops		d			
Software Systems Corp.	Hycarb	c	d			
Van Nostrand Reinhold	Chemtox Database				f	

c = Hydrocarbons, d = Gas, e = Regulations, f = Chemical, g = Thermodynamic

Company	Program	Computing Capabilities					
COST		C	D	E	F	G	H
Bounicore-Cashman	APCECOST					g	
CWC-HDR	Water-CoSt						h
General Electric	Financial Analysis of Waste Alternatives	c					
Gulf Publishing Company	Page's Cost Estimator	c					
TECS Software	Eqcost		d				
Thermal Analysis System Co.	Unit Heat Requirements			e			
Thermal Analysis System Co.	Cogeneration Economics						

c = Project Costs  
 d = Equipment Costs  
 e = Pipes, Flat Surfaces

f = Cogeneration  
 g = Air

h = Wastewater  
 i = Financial Temp

# Software Collator

Company	Program	Computing Capability																										
COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL DATA MANAGEMENT		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	
Azimuth	BeSafe	c																				w	x	y	z			
DuPont	313 Advisor																											
Engineering Science	Wastetrax		d			g			j																			
ERM Computer Services	Enfler Data	e	e		f	g	h	i	j	k	l	m	n															
Flow General	Flow Comm	e	e		f	g	h	i	j	k	l	m	n															
Environmental Information Systems	The Environmental Manager	e	e	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n															
Globe International	Spil-Com																											
Hazox	Ecotrac	c	d	e	f	g	h	i																				
ITS	ChemMaster									k																		
JJ Keller & Assoc.	MSDS-PC																											
Martin Marietta Env. Systems	ECMS	e			f	g	h	i	j	k	l	m	n															
Metcalf & Eddy	RODA																											
NUS Corp.	EDBAS		d							k	l																	
Quantum	Compliance Solutions	c			f						l		n															
Random House	CHRIS																											
Utilicon	Audit Master	e			f	g	h	i	j	k	l	m	n															
Versar	Environmental Compliance Mgt. System	e			f	g	h	i	j	k	l	m	n															ab

- c = Modular
- d = Permit Tracking
- e = Source Inventory
- f = TSCA (PCB, Asbestos, etc)
- g = Groundwater Monitoring
- h = Manifest Tracking
- i = Drum Inventory

- j = NPDES Reporting
- k = Air Emissions
- l = Underground Storage Tanks
- m = Fugitive Emissions
- n = MSDS
- o = MSDS Status
- p = HW Treatment/Disposal

- q = Spill Incident, Response
- r = SARA Tier I/II Reports
- s = Chemical Inventory
- t = Right to Know
- u = Form R
- v = Release Notification
- w = Hazardous Material Database

- x = Hazardous Material Management
- y = Training
- z = Health/Safety
- aa = Labels
- ab = Pretreatment

# Software Collator

Company	Program	Computing Capability																											
HAZARDOUS MATERIALS		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
Advanced Systems Laboratories	Computerized Right to Know System																							X					
Advanced Systems Laboratories	Computerized Emergency Notification																												
Advanced Systems Laboratories	Computerized Hazard Compliance Series																												
Advanced Systems Laboratories	Computerized Hazardous Inventory System																												
Advanced Systems Laboratories	Computerized Emergency Response System																												
Advanced Systems Laboratories	Computerized Toxic Chemical Release																												
Advanced Systems Laboratories	Computerized MSDS																												
Advanced Systems Laboratories	Compliance Engine																												
Aqua Tech	Chemdata																												
AV Systems	Material Inventory Report System																												
Battelle Memorial Institute	Chemtrak																												
Beckman Instruments	EWDBS, DBTREND, CAL																												
Bureau of Dangerous Goods, Ltd	HMD & PVS																												
Complete Business Solutions	SARA-IMS																												
CSW Data Systems	Groundwater/DMS																												
ERM Computer Services	Enflex Toxic Chemical Release Reporting																												
FIRSTsystem	microCHRIS																												
FIRSTsystem	microOHM/TADS																												
Fisher Scientific	TRACE																												
HazMat Control Systems	Hazwaste																												
HazMat Control Systems	MSDSFile																												
HazMat Control Systems	CiData																												
HazMat Control Systems	Know-It-All																												
Hazox Corporation	Findex																												
Hazox Corporation	The Uniform Manifest Tracker																												
Hazox Corporation	Label Plus																												
Hazox Corporation	Toxic Alert																												
Hazox Corporation	Training Ledger																												
Hazox Corporation	SARA Chemical Inventory System																												
IIT Research Institute	SARATRX																												
Jerome Barta	GLIDE																												
Kavelaan & D'Angelo	Desktop Operations & Management																												
Logical Technology, Inc.	HAZMIN																												



# Software Collator

Company	Program	Computing Capability									
AIR		C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Bounicore-Cashman	APCECOST						h				
Bowman	Meteorological Data Processing	c									
Bowman	Toxic Gas Emergency Models	c									
Bowman	Dispersion Modeling	c									
Chemical Manufacturers Association	Emissions from Equipment (E-SS-99)										
Chemical Manufacturers Association	Director Model Development		d								
Dawn Graphics Company	CoVOCalc										
Engineering Applications Specialists	Chart/PC				f						
Environmental Systems Corp.	CARE	c									
Environmental Systems Corp.	AIRDAS	c									
Environmental Systems Corp.	CEMIDAS	c									
ENSR	EMSP	c									
ENSR	DIDMS	c									
ENSR	VOCCMS					g					
Gulf Publishing Co.	Chemical Emissions SIM		d			g					
Hatch Associates Ltd.	Ventdata										
Impell Corp.	Mechchem Jr										
Impell Corp.	Mechchem	c									
Jerome Barta	APE					g					
Jim Clary & Associates	TOXIC GAS MODELS	c									
Jim Clary & Associates	MOBILE SOURCE MODELS	c									
Jim Clary & Associates	EPA UNAMAP MODELS	c									
Kalon Corp.	Blue Sky										
Odessa Engineering	Environmental Aide										
Quadrex	GERS			c							
Radian	CHARM	c									
Safer Emergency Systems	SAFER	c									
Safer Emergency Systems	TRACE II	c									
Software Systems Corp.	Psycho										
Software Systems Corp.	Storage Tank Emission Calculation										
Technica International	Whazan	c									
TECS Software	Flarchdr		d								
TECS Software	Cyclone		d								
TECS Software	Amine-1		d								
TECS Software	PARADE		d								
TECS Software	The Weather Station		d								
Trinity Consultants	Breeze Air	c									
Trinity Consultants	Breeze Haz	c									

c = Dispersion Modeling  
d = Design  
e = Continuous Emission Monitoring

f = Psychrometric Chart  
g = Air Pollution Emissions  
h = Cost

i = Reports  
j = Meteorological Monitoring Data  
k = Maintenance

# Software Collator

**Company**                      **Program**                      **Computing Compatibility**

ENERGY ANALYSIS		C	D	E	F	G	H	I	J
Ayres Sowell Associates	Psychart	c							
Engineering Applications Specialists	Chart/PC	c							
Engineering Applications Specialists	Energy/PC	c							
Engineering Applications Specialists	Storage/PC	c							
Engineering Applications Specialists	Education/PC	c							
Gulf Publishing Company	Chemcalc 3: Convective Heat Transfer		d						
Gulf Publishing Company	Chemcalc 5: Heat Exchanger Network		d						
Gulf Publishing Company	Chemcalc 10: Heat and Mass Transfer								
Gulf Publishing Company	Chemcalc 9: Reactor Design								
Gulf Publishing Company	Chemcalc 12: Flare Network Analysis								j
Gulf Publishing Company	Chemcalc 6: Heat Exchanger Design		d						
Joseph Barnes	Design for Profit Package	c	d		f				
Michigan Technological University	Boiler Efficiency				f				
Software Systems Corp.	Gasrad		d						
Software Systems Corp.	Cogen					g			
Software Systems Corp.	Combustion				f				
Software Systems Corp.	Steamcalc						h		
Software Systems Corp.	Refrin							i	
Software Systems Corp.	Pumpcalc			c					
Software Systems Corp.	Heatflo		d						
Software Systems Corp.	Steamcalc		d						
Techdata	Tankq		d						
Techdata	Gas Combustion				f				
Techdata	Compressor			c					
Techdata	Pipeq		d						
Techdata	Flare								j
Techdata	Steam				f		h		
Techdata	Tburn				f		h		
TECS Software	Aircoq		d						
TECS Software	Compump			c					
TECS Software	Flame				f				
TECS Software	Boil-Eff				f				
Thermal Analysis Systems Co.	Steam Turbine				f		h		
Thermal Analysis Systems Co.	Combustion Analysis				f		h		
Thermal Analysis Systems Co.	Steam Surface Condenser		d						
Thermal Analysis Systems Co.	Cooling Tower		d						
Thermal Analysis Systems Co.	Steam Heater		d						
Thermal Analysis Systems Co.	Energy Analyst	c	d	c	f	g	h		

c = HVAC  
 d = Heat Transfer  
 c = Pump, Compressor Analysis

f = Boilers/Combustion  
 g = Thermodynamics  
 h = Steam

i = Refrigerants  
 j = Flare

# Software Collator

Company	Program	Computing Capability													
MISCELLANEOUS		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
AAA Technology and Specialties Co.	Gino-F	c													
Anafaze	Anasoft			c											
BBN Software Products	RS/1	c	d												
Coode Engineering	Chemcad	c													
Datastream Systems	Maintenance Pac 2			g											
Dawn Graphics Company	FLOWPLANNER	c													
ERM Computer Services	Enflex Info								j						
Facility Management Technology	Maintenance Management System			c											
Facility Management Technology	Facility Data Management			c											
Facility Management Technology	Plant Operation/Troubleshooting			c											
Facility Management Technology	Monitoring & Control System			c											
General Research Corporation	Personal Assurance System (PASS)			c											
Golden Software	Surfer	c													
Golden Software	Grapher	c													
Haven Tree Software Ltd	EasyFlow														
HazMat Control Systems	Tic/Trac			c											
Heuristics Inc.	OnSpec														
Imbivalt Software	SimuWare														
In-Situ	Contur	c													
Kenyon-Hoag Assoc.	Env. Waste Database System			c											
MathSoft, Inc.	MathCAD 2.0		d												
Metcalf & Eddy	COPESS			c											
Micro Specialty Systems	RTM 3500	c													
Mincsoft Ltd	Techbase	c													
MTS Software	Curvefit		d												
O'Brien & Gere Engineers	Vehicle Maintenance System			c											
Odessa Engineering	Envicom (Communications)														
Odessa Engineering	Envaid	c													
Peter Norton Computing	Norton Utilities 4.0 Advanced Edition														
Scott Hayden Corp	Dynemith														
Techdata	Tech-Graph-Pad	c													
Techdata	Sciplot	c													
Trinity Consultants	Breeze Way			c											
Universal Technical Systems	TKSolver Plus														
Woft	Document Image Database System														
Wol Computer Systems	Process Control System														

- c = Graphics, Data Mapping
- d = Equation Solving
- e = Administration, Management
- f = Integrated Software
- g = Plant Simulation

- h = Utilities
- i = Decision Making
- j = State, Federal Regulations
- k = Control, Networking

- l = Flowcharting
- m = Document Scanner
- n = Inventory
- o = Maintenance



# Selected Programs

Bowman Environmental Engineering (BEE) provides dispersion modeling software for PCs including EPA dispersion models, data entry programs, meteorological data processing programs, and puff-type programs for modeling accidental toxic gas releases.

Dispersion models include *EPA UNAMAP-6* models which are full featured versions of the EPA mainframe dispersion models in addition to other models. Models include *PTPLU*, *PTMAX*, *PTDIS*, *PTMTP*, *CRSTER*, *ISCST*, *ISCLT*, *MPTER*, *COMPLEX 1*, *RAM*, *TCM2B*, *TEM8B*, *VALLEY*, *CDM2.0*, *HIWAY2*, *PAL-2.0*, *CALINE-3*, *MOBILE3*, *RUNAVG*, and *CRSMET*. Prices range from \$100 to \$375. Data entry programs are available to assist data entry and are available for \$100 to \$150.

Toxic Gas Emergency Models includes the Shell *SPILLS* model, *INPUFF 2.1*, *INPUFF 1.0*, and *PUFF*. Prices range from \$200 to \$450.

Meteorological Data Processing is required for most dispersion models with many of the models using real data collected at a National Weather Service station. This data must be in a particular format to be used in models. Bowman offers several programs for this and to process data for other programs. Programs include *CRSMET*, *BEESTAR*, *STAR*, and *WROSE*. Prices range from \$150 to \$250. *Bowman Environmental Engineering*, PO Box 29072, Dallas, TX 75229, (214) 241-1895.

Macola, Inc. is a leader in producing programs for wastewater treatment. Its *Operator 10* program contains all of the important modules for efficient operation of a treatment facility. *INDUSTRIAL POLLUTANT MONITORING* is a wastewater treatment plant module that includes industrial record keeping, lab reporting, 450 parameters for monitoring, graphical comparison of over a thousand parameters, specialized mini-reports, and a permit violations report capability. Requires: 512K and 10 Meg hard disk. Price: \$2500.

The *INVENTORY/MAINTENANCE* module includes work order generation and printouts, preventive maintenance, and inventory tracking. Graphing capabilities, inventory lists, detailed monthly cost history reports, inventory stock status report, parts and material inventory reports, manufacturer and vendor files, equipment data logging, upcoming maintenance, and subcontractor services are various features included. Requires: 512K and 10 Meg hard disk.

The *PROCESS EVALUATION* module allows the generation of any process equation utilized within a wastewater plant. Calculations defined within this package can utilize any daily data. It also allows the utilization of data within ranges. Also included are the graphic capabilities which include statistical analysis of data. Requires: 512K and 10 Meg hard disk.

The *PROCESS MONITORING/REPORTING* module features process control reports, printouts of monthly compliance monitoring reports, lab reports, 450 parameters for monitoring, graphical comparison

of over 1000 parameters, specialized mini-reports, permit violations reporting. Requires: 512K and 10 Meg hard disk. Price: \$2500. *Macola, Inc.*, PO Box 485, Marion, OH 43302 (614) 382-5999.

*CIEM Master*, from ITS Corporation, is a valuable 13 disk program designed to assist companies in meeting the requirements of the OSHA Hazard Communication Standard and SARA Title III. It has been designed to prepare, maintain, update, and report on basic or essential chemical information—identities, hazards, and related governmental regulations—in addition to maintaining chemical inventories, generating reports to satisfy community Right-To-Know requirements under SARA Title III, and generating/printing chemical container Hazard Labels for internal use. The software needs an IBM/compatible system with a minimum of 640 K RAM and a 20 MEG hard disk with at least 15 usable MEGs. *ITS Technologies*, 20 West Stow Road, Marlton, NJ 08053, (609) 983-7300.

*ENSR Consulting and Engineering* (formerly ERT) produces a number of well accepted, highly useful environmental programs including: *HASTE* (Hazard Assessment System for Toxic Emissions) to help assess real and potential toxic chemical spill incidents at their sites. It aids personnel in quickly responding to actual emergencies, in helping develop emergency response plans, and in training emergency response personnel.

*DIDMS* (Distributed Dispersion Modeling System) provides tools to help multiple chemical facilities explore spill scenarios, screen emissions, develop emergency response drills, and provide support while an emergency is in progress. The system operates either independently at one plant or in coordination with a central facility.

*VOCCMS* (Volatile Organic Compound Compliance Monitoring System) keeps records of daily VOC emissions from paints, resins, and other compounds for compliance purposes. Amounts of various VOC containing compounds or bulk solvents used daily at the site are entered into the system. The amounts removed from the site through waste discharge are also entered, and the effects of any air filtration equipment at the site are automatically calculated. The data is then used to calculate the total daily emissions which can be used to prove compliance at the local, state, and federal levels. This information can be used for calculations required by SARA 313 and other regulatory programs. *ENSR Consulting and Engineering* (formerly ERT), 696 Virginia Road, Concord, MA 01742, (508) 369-8910.

*AUDIT MASTER* is a system for conducting audits at facilities for compliance with federal and New York State regulations. Users may select any or all of: hazardous and solid wastes, clean air, water quality, community right-to-know, PCBs, pretreatment, spill prevention, and above-ground or below-ground storage tanks. *Utilicom Inc.*, 7 Tobey Village, Piusford, NY 14534, (716) 381-8710.

- 9.- CARVAJAL HERRERA ELVIA GUADALUPE  
ESPECIALISTA  
SEDESOL  
RIO ELBA No. 22, COL. CUAUHEMOC, DELEG. CUAUHEMOC,  
C.P. 06500, TEL. 211 53 41 OFNA.
- 10.- CHAOYAN GARCIA JESUS  
SUBSECRETARIA DE ECOLOGIA  
PLAZA DE ARMAS, CENTRO, CUERNAVACA, TEL. 18 67 33 OFNA.
- 11.- COLIN BAHENA HORTENSIA  
INVESTIGADOR  
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
AV. UNIVERSIDAD 1001, COL. CHAMILPA, C.P. 62210  
TEL. 11 22 88 EXT. 219 OFNA.
- 12.- DELGADO HERNANDEZ JOEL  
JEFE DE LA OFICINA DE EPIDEMIOLOGIA  
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA  
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
AV. DIVISION DEL NORTE 3330, COL. CIUDAD JARDIN, DELEG.  
COYDADAN, TEL. 549 B2 20 OFNA.
- 13.- DOMINGUEZ ESCAMILLA ALEJANDRO
- 14.- FIGUERDA CAMPOS SERGIO  
SUBSECRETARIO DE ECOLOGIA  
GOBIERNO DEL ESTADO DE MORELOS  
PLAZA DE ARMAS, COL. CENTRO, CUERNAVACA, MORELOS  
TEL. 18 67 33 OFNA.
- 15.- FLORES CASTILLO LAURA PATRICIA  
CALLE B No. 8, COL. JOYAS DE MOCAMBO, VERACRUZ, VER.  
TEL. 91 29 (21 70 B2) DOM.
- 16.- FREIJO NIEBLA MA. DEL PILAR  
ESPECIALISTA  
SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL, INST. NAL. DE ECOLOGIA  
RIO ELBA No. 22, COL. CUAUHEMOC, DELEG. CUAUHEMOC,  
C.P. 06500, TEL. 211 53 41 OFNA.
- 17.- GARCIA SALGADO CARLOS ALBERTO  
AUXILIAR DE PROYECTOS  
TECNO CONSULT  
BOULEVARD DE LAS NACIONES S/N, COL. AEROPUERTO,  
ACAPULCO, GRO., TEL. B1 08 24 EXT. 1221 OFNA.
- 18.- GAITAN SANDOVAL MARTIN ALVARO  
COORDINADOR EN EL PROGRAMA AMBIENTAL DE MEXICO  
SEDESOL  
RIO ELBA 22, 2o. PISO, COL. CUAUHEMOC, DELEG. CUAUHEMOC  
C.P. 06500, TEL. 211 53 41 OFNA.

- 19.- GODINEZ ARREDONDO ENRIQUE  
DIRECTOR GENERAL  
DITA, S.A. DE C.V.  
MOTDZINTLA 50, COL. VERTIZ NARVARTE, DELEG. BENITO  
JUAREZ, C.P. 03600, TEL. 539 22 51 DFNA.
- 20.- GOMEZ PEREZ JUAN  
PROFESOR DE TIEMPO COMPLETO ASOCIADO "B"  
UNAM  
SUR 24 Y CANAL DE SAN JUAN, D.F.  
TEL. 558 78 71 DFNA.
- 21.- GOMEZ SOTO MARTHA P.  
DIRECTOR GENERAL  
ALIANZA POR UN PLANETA VERDE A.C.  
AP. POSTAL , COL. RIO BLANCO, DELEG. G.A. MADERO  
C.P. 07881, TEL. 760 80 70 DFNA.
- 22.- GONZALEZ ORTIZ MARCO ANTONIO  
ANALISTA TECNICO  
BIOTECNIA INDUSTRIAL CONSULTORES, S.A. DE C.V.  
DR. VERTIZ 1305, COL. VERTIZ NARVARTE, DELEG. BENITO  
JUAREZ, TEL. 605 74 17 DFNA.
- 23.- GONZALEZ RIVERA EVA ADELA  
COORDINADOR  
SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
RIO ELBA 22, 2o. PISO, COL. CUAUHEMOC, DELEG. CUAUHEMOC  
C.P. 06500, TEL. 211 53 41 DFNA.
- 24.- GRANADOS ESTRADA ROSA ELVIA  
INGENIERO DE ESPECIALIDAD  
PETROLEOS MEXICANOS  
MARINA NACIONAL 329, COL. ANAHUAC, DELEG. M. HIDALGO  
TEL. 531 61 57
- 25.- HERNANDEZ CHAVEZ JOSE JUAN  
ESPECIALISTA EN IMPACTO AMBIENTAL  
SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
RIO ELBA 22, 2o. PISO, COL. CUAUHEMOC, DELEG. CUAUHEMOC  
C.P. 06500, TEL. 341 35 21 DOM.
- 26.- HERNANDEZ MICHACA JOSE LUIS  
AYUDANTE DE PROFESOR, BECARIO  
INSTITUTO DE GEOFISICA, UNAM  
C. INSTITUTOS S/N, CIUDAD UNIVERSITARIA, DELEG. COYDACAN  
TEL. 622 41 35 DFNA.
- 27.- HERNANDEZ ROSALES ILEANA  
ANTIGUA TASQUERA 108, COL. COYDACAN, C.P. 04040,  
TEL. 549 79 08 DOM.

- 28.- HIGAREDA VICENTELLO JOSE LUIS  
DIRECTOR GENERAL DE EVALUACION Y PLANEACION  
GOBIERNO DE MORELOS  
PLAZA DE ARMAS, CENTRO, CUERNAVACA, MORELOS,  
TEL. 18 67 33 OFNA.
- 29.- IBARRA ARELLANOS ISABEL  
ASESORA  
PSICOTALLERES APLICADOS S.A.  
CALZ. VALLEJO 585-1, COL. MAGDALENA DE LAS SALINAS,  
DELEG. G. A. MADERO, C.P. 07760, TEL. 368 14 24 OFNA.
- 30.- LLACA VAZQUEZ ROBERTO  
COORDINADOR DEL PROGRAMA AMBIENTAL DE MEXICO  
SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
RIO ELBA 22, 2do. PISO, COL. CUAUHEMOC, DELEG. CUAUHEMOC  
C.P. 06500, TEL. 211 53 41 OFNA.
- 31.- LOPEZ MEJIA SERGIO  
JEFE DE OFICINA  
D.S.C.O.H., D.D.F.  
DIV. DEL NORTE 3330, COL. CIUDAD JARDIN, DELEG. COYOACAN  
TEL. 689 67 66 - 2208 y 542 82 20 OFNA.
- 32.- LOPEZ RIVERA ISELA  
GERENTE DE AUDITORIAS AMBIENTALES  
SERVICIOS PROFESIONALES EN CONTROL DE CONTAMINANTES  
GABRIEL MANCERA 1742, COL. DEL VALLE, DELEG. CUAUHEMOC  
TEL. 687 31 57 OFNA.
- 33.- MAQUEDA BARRIOS ROBERTO OLIMPO  
COORDINADOR DE PROYECTOS  
SELBACH Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.  
MINERIA 35-6, COL. ESCANDON, DELEG. MIGUEL HIDALGO, C.P.  
11800, TEL. 515 44 26 OFNA.
- 34.- MARTINEZ RAMOS SILVIA
- 35.- MELENDEZ Y GARCIA AURELIO  
INGENIERO DE PROYECTOS  
AUBER Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.  
ERASMO CASTELLANOS QUINTO 46, COL. EL CENTINELA, DELEG.  
COYOACAN, C.P. 04450, TEL. 544 26 94 OFNA.
- 36.- MENDEZ CHAYEB ROLANDO  
SUBDIRECTOR DE EVALUACION Y SEGUIMIENTO DE PROYECTOS  
SECRETARIA DE ENERGIA MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL  
FRANCISCO MARQUEZ 160-1 PISO, COL. CONDESA, DELEG.  
CUAUHEMOC, C.P. 06140, TEL. 553 91 93 OFNA.

- 37.- MILLAN LICONA RICARDO  
GERENTE TECNICO  
SERVICIOS Y CONSULTORIA DEL MEDIO AMBIENTE S.A. DE C.V.  
NUEVO LEON 213-403, COL. CONDESA, DELEG. CUAUHTEMOC  
C.P. 06100, TEL. 277 47 12 DFNA.
- 38.- MONROY MARTINEZ RAFAEL  
JEFE DEL LABORATORIO DE ECOLOGIA  
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
AV. UNIVERSIDAD 1001, COL. CHAMILPA, C.P. 62210  
TEL. 12 22 88 EXT. 219 DFNA.
- 39.- MORALES LOYDA JOSE LUIS  
ASESOR TECNICO  
AUBER Y ASOCIADOS S.A. DE C.V.  
ERASMO CASTELLANOS QUINTO 46, COL. EL CENTINELA, DELEG.  
COYOACAN, TEL. 544 26 94 DFNA.
- 40.- MORALES PALACIOS JOSE JUAN  
TECNICO AUXILIAR "C"  
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACION PESQUERA-PATZCUARO  
(INF), CALZADA IBARRA 28, COL. IBARRA, PATZCUARO, MICH.  
C.P. 61600, TEL. 211 84 DFNA.
- 41.- MORENO LOZANO ISMAEL JAIME  
TECNICO ACADEMICO ASOCIADO "A" T.C.  
UNAM, FACULTAD DE INGENIERIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F., COYOACAN, C.P. 04510  
TEL. 622 08 81 DFNA.
- 42.- ORIHUELA GONZALEZ VICTOR M.  
DIRECTOR DE OPERACION DE ZONAS CONURBADAS  
SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y OBRAS PUBLICAS  
PLAZA DE ARMAS, CENTRO, CUERNAVACA, TEL. 18 63 33 DFNA.
- 43.- PINEDA MAHR GUSTAVO ENRIQUE  
CALLEJON DEL ATRIO 17, COL. COYOACAN, DELEG. COYOACAN  
C.P. 04320, TEL. 55 56 74 DOM.
- 44.- PINA MARTINEZ JOSE LUIS  
SUBJEFE DE OFICINA  
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OP. HIDRAULICA  
DISTRITO FEDERAL DEL NORTE 3330, CIUDAD JARDIN  
TEL. 545 82 20 DFNA.
- 45.- PENA GONZALEZ GABINO  
ESPECIALISTA  
INSTITUTO NACIONAL Y ECOLOGIA (BANCO MUNDIAL)  
SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
RIO ELBA 22, 2o. PISO, COL. CUAUHTEMOC, DELEG. CUAUHTEMOC  
C.P. 06500, TEL. 211 53 41 DFNA.
- 46.- REYES PEREZ JAIME

- 47.- REYES ROSAS JOSE LUIS  
ANALISTA  
LQR- ANALISIS S.A. DE C.V.  
LUCAS LASSAGA 251, COL. TRANSITO, DELEG. CUAUHEMOC  
C.P. 06820, TEL. 741 38 23 DFNA.
- 48.- RODRIGUEZ CABRERA RICARDO  
AUXILIAR DEL DEPARTAMENTO TECNICO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL  
JIMENEZ 220, NTE. MONTERREY, NUEVO LEON,  
TEL. 45 65 54 DFNA.
- 49.- ROJAS CARRILLO PATRICIA M.  
INVESTIGADOR  
ACUAGRANJAS CONSULTORES EN ACUACULTURA S.A. DE C.V.  
CRIPL PATZCUARO  
ESPEJO 58, COL. CENTRO, PATZCUARO, MICH. y CALZ. IBARRA  
No. 28, PATZ, MICH. 61600, TEL. 223 99 y 211 84 DFNA.
- 50.- ROMERO MONTIEL GUSTAVO  
ESPECIALISTA  
SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
RIO ELBA 22, 2o. PISO, COL. CUAUHEMOC, DELEG. CUAUHEMOC  
C.P. 06500, TEL. 211 53 41 DFNA.
- 51.- SAUCEDA LOPEZ RENE  
GERENTE GENERAL  
CONSULTORIA BIOLOGICA Y AMBIENTAL, S.A. DE C.V.  
BLVD. FRANCISCO I. MADERO 94 DTE. ALTOS, CENTRO,  
CULIACAN, SIN. C.P. 80000, TEL. 16 87 26 DFNA.
- 52.- TERCERO VELAZQUEZ ROGELIO  
JEFE DE PROYECTO  
TAVI, S.A. DE C.V. TECNOLOGIA AVANZADA EN INGENIERIA  
SULTEPE No. 39, COL. CONDESA, DELEG. CUAUHEMOC  
TEL. 271 90 90 DFNA.
- 53.- TOLEDO DIAZ RUBIN MONICA PATRICIA
- 54.- TORALES ESQUIVAR JOSE ANTONIO  
COORDINADOR DE ACTIVIDADES TURISTICAS Y VIAS GENERALES  
DE COMUNICACION  
SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
PROGRAMA AMBIENTAL DE MEXICO  
RIO ELBA 22, 2o. PISO, COL. CUAUHEMOC, DELEG. CUAUHEMOC  
C.P. 06500, TEL. 211 53 41 DFNA.
- 55.- TRASVIÑA AGUILAR JUAN ANGEL  
PROFESOR INVESTIGADOR  
KM 5.5 CARRETERA AL SUR, LA PAZ, B.C.S., C.P. 23020  
TEL. 11978 DFNA.
- 56.- VALDEZ CESAR ENRIQUE

57.- VAZQUEZ GONZALEZ ALBA E.

58.- VAZQUEZ ARRIAGA EDUARDO  
ESPECIALISTA  
SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA  
RIO ELBA 22, 2o. PISO, COL. CUAUHTEMOC, DELEG. CUAUHTEMOC  
C.P. 06500, TEL. 211 53 41 DFNA.

59.- VENEGAS MANDILLA ALBERTO  
GERENTE ADMINISTRATIVO  
AIMEX, INGENIERIA Y CONSTRUCCION, S.A. DE C.V.  
ALFAJAYUCAN 80, COL. SAN ANDRES TETEPILCO, IZTAPALAPA  
C.P. 09440, TEL. 674 50 14 DFNA.

60.- VICTOR PAZ ALFONSO  
GEOLOGO  
INGENIERIA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A.  
AGRICULTURA 83, COL. ESCANDON, TEL. 516 32 98 DFNA.

61.- VAREZ BAEZ ALFREDO  
GERENTE DE PROYECTO  
AIMEX, INGENIERIA Y CONSTRUCCION, S.A. DE C.V.  
ALFAJAYUCAN 80, COL. SAN ANDRES TETEPILCO, IZTAPALAPA  
C.P. 09440, TEL. 674 50 14 DFNA.

62.- ZAMACONA BAUTISTA MIGUEL SERGIO  
ESPECIALISTA  
SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
RIO ELBA 22, 2o. PISO, COL. CUAUHTEMOC, DELEG. CUAUHTEMOC  
C.P. 06500, TEL. 211 53 41 DFNA.

