



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

*CONTAMINACIÓN
AMBIENTAL POR
DESECHOS SÓLIDOS*

Del 28 de Octubre al 01 de Noviembre de 2002

APUNTES GENERALES

CI-432

Instructores: Bilog. Manuel R. Martínez Cárdenas
Ing. Quim. Laura Flores Orta
D G C O H
OCTUBRE/NOVIEMBRE DEL 2002

INTRODUCCIÓN

En México existe una larga tradición de explotación de hidrocarburos y forestal, de uso y administración del agua y aprovechamiento de los recursos pesqueros. La protección ambiental tiene una historia más reciente, pero en apenas dos décadas y media se han acumulado valiosas experiencias sobre la prevención del deterioro ecológico y la restauración.

Sin embargo, los recursos naturales se han aprovechado sectorialmente, sin una estrategia integral. Esto ha provocado que existan procesos muy graves de deterioro ambiental, como la contaminación, la deforestación, la erosión de los suelos, la escasez del agua y la destrucción de la biodiversidad, entre otros, los cuales, además de ocasionar serios daños a la naturaleza se convierten cada vez más en obstáculos para el desarrollo económico.

Los pronósticos de la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Humano, realizada en 1972 en Estocolmo, Suecia, a muchos parecieron inverosímiles, sin embargo, a la luz de la situación actual, las tendencias mundiales previstas entonces resultaron conservadoras. En unos cuantos años el escenario ecológico se ha modificado aceleradamente. Lo que a inicios de la década de los setenta era una posibilidad remota, hoy es un hecho dramáticamente consumado. La investigación científica advierte ya la posibilidad de cambio climático global, la ruptura de la capa atmosférica del ozono, la creciente contaminación de los océanos, los acelerados índices de deforestación y erosión, la escasez de agua potable y la rápida pérdida de la riqueza biológica del planeta.

Pero también desde entonces han habido grandes cambios en la concepción y en los enfoques para la preservación y protección del ambiente, sobre todo adquiere fuerza creciente la visión de vincular las políticas ambientales con las económicas y sociales para alcanzar un desarrollo sustentable.

Concentrada la estrategia de desarrollo nacional en la industrialización, la preocupación por el medio ambiente apenas desempeñaba un papel secundario en la toma de decisiones del gobierno, menospreciando los efectos del uso ineficiente de los escasos recursos colectivos y el acelerado proceso de contaminación.

En 1973 y como respuesta a los problemas de salud por contaminación atmosférica, se creó la **Subsecretaría para el Mejoramiento del Medio Ambiente**, en la **Secretaría de Salubridad y Asistencia**, con el objeto de establecer normas en materia ecológica.

En los años ochenta la política ambiental mexicana comenzó a adquirir un enfoque integral y se promovieron reformas de gran importancia para el fortalecimiento de la legislación, a partir de reformas a la Constitución Política, para precisar las bases de sustentación de la política de protección ecológica.

En 1982 se creó la **Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE)**, para formular e impulsar la política ecológica, sin embargo, debido a la crisis económica por la que atravesó nuestro país en ese momento, el manejo de las dificultades macroeconómicas dominaron la agenda del gobierno. El 11 de febrero de ese mismo año, se expidió la **Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA)**, como un instrumento jurídico para enfrentar la problemática ambiental y a la postre cimiento de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**, basada en el cuidado integral del medio ambiente.

En 1987 la Carta Magna fue enmendada, incorporando a las facultades del Estado, la de imponer modalidades a la propiedad privada tendientes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, y se facultó al Congreso de la Unión para expedir leyes que *"establezcan la concurrencia del Gobierno Federal con los Estatales y Municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de restauración y preservación del equilibrio ecológico"*.

Al amparo de esta reforma y con base en las leyes anteriores, en 1988 fueron promulgadas la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**, así como las leyes respectivas en las entidades federativas. De ella se derivaron además, cinco reglamentos, las normas técnicas ecológicas y las normas oficiales mexicanas. Además, se encontraban en vigor los reglamentos para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas y de Protección al Ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido.

La LGEEPA amplió las facultades gubernamentales para la protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico e inició la descentralización de ciertas atribuciones en los gobiernos locales.

Ha sido la base jurídica de la política ecológica general y de los instrumentos para su aplicación, por sus disposiciones en materia de ordenamiento ecológico, evaluación de impacto y riesgo ambiental, protección de la flora y fauna, uso racional y sustentable de los recursos naturales, prevención y restauración ecológica de recursos naturales, participación social y educación ecológica, así como medidas de control, seguridad y sanciones.

Al retomarse el crecimiento económico a fines de la década de los ochenta, se hizo cada vez más evidente la necesidad de reforzar la protección del medio ambiente y el apoyo internacional contribuyó también a promover políticas en esa dirección. A partir de 1989 la política ambiental alcanzó una prioridad singular en el **Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994**, expresada en el grado de detalle con que se incorporó en el proceso de planeación participativa.

La experiencia adquirida también ha inducido modificaciones en la estructura institucional, para dar respuestas eficaces a la problemática ambiental, motivando la participación de los diferentes sectores que conforman a la sociedad mexicana, así como de las diferentes dependencias del Gobierno Federal.

Para mejorar la administración del agua, se fortalecieron también las facultades del Ejecutivo Federal en la materia a través de la creación de la **Comisión Nacional del Agua**, en 1988, definida por ley como la autoridad única en el ámbito federal en materia de administración del agua y se dotó con la necesaria autonomía técnica y operativa, sin perder de vista su carácter intersectorial.

En la **Ley de Aguas Nacionales**, reformada en 1992, se precisó la regulación del uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, así como la preservación de su calidad, con lo cual se corrigió una de las grandes lagunas de la legislación anterior.

La creación de la **Secretaría de Desarrollo Social**, en mayo de 1992, constituyó un avance más en política ambiental, con atribuciones para formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo social, en particular en su relación con los aspectos ecológicos.

En este sentido, la SEDESOL llevó a cabo la política ecológica a través de dos órganos desconcentrados con autonomía técnica y operativa, enfocados a la ejecución de las facultades correspondientes en materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente: el **Instituto Nacional de Ecología (INE)** y la **Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PFPA)**.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos otorga al Estado la tutela sobre los recursos naturales, al considerar los suelos, las aguas, la flora, la fauna y los recursos minerales como propiedad de la Nación. En ella se establecen las bases jurídicas de la legislación ambiental, para la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales. En particular de las reformas al Artículo 27 Constitucional, se derivaron las leyes de Aguas Nacionales, Forestal, de Pesca y Agraria; que inciden en la conservación de los recursos naturales y en las atribuciones de los órganos estatales encomendados de su regulación, y definen los derechos y obligaciones de los particulares.

Como suceso relevante en la evolución de la política ambiental del país y con el fin de articular las decisiones gubernamentales para alcanzar un desarrollo sustentable, el H. Congreso de la Unión aprobó, en diciembre de 1994, la creación de una Secretaría responsable de fomentar el uso y manejo de los recursos naturales con una perspectiva de sustentabilidad y de desarrollar y vigilar el cumplimiento de la normatividad.

La **Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)** surgió de la necesidad de contar con una dependencia del Ejecutivo Federal responsable de fomentar el fortalecimiento y cumplimiento de leyes y normas en materia ambiental y de inducir el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, no sólo para su preservación, sino sobre todo, para asegurar la base natural del desarrollo económico nacional y contribuir a mejorar el nivel de vida de la población, en especial de los pobres, garantizando su sustentabilidad presente y futura.

Por sus atribuciones jurídicas, la SEMARNAP debe fomentar las políticas mismas en materia de agua, recursos pesqueros, territorios marítimo terrestres, flora y fauna, bosques, suelos, aire y medio ambiente, con el objetivo de garantizar su aprovechamiento racional y asegurar un mejor futuro para la sociedad mexicana.

Su misión es promover una transición al desarrollo sustentable, es decir, a un aprovechamiento duradero de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, que consolide el desarrollo presente y futuro de los mexicanos; que permita una mejor calidad de vida para todos; que propicie la superación de la pobreza, y contribuya a un económico basado en procesos productivos y tecnologías que no degraden los recursos ni la calidad del ambiente.

No se puede perder de vista la urgencia de fomentar la producción a partir de las bases naturales, para generar más empleo e ingresos y superar la pobreza. Por eso, el marco que inspiró la creación de la nueva Secretaría no pierde de vista los intereses sociales y económicos de la población, sino que busca protegerlos sin deteriorar más la naturaleza y restaurando lo que se ha degradado.

Deberá promover el cambio tecnológico con atención a la calidad ambiental, lo cual es indispensable para elevar la competitividad de las exportaciones y mejorar la calidad de vida.

Adicionalmente, la nueva Secretaría debería promover, en coordinación con otras dependencias federales, los gobiernos estatales y municipales y con los sectores social y privado, que los procesos productivos, la construcción de la infraestructura y las actividades económicas en general, se lleven a cabo cuidando el impacto ambiental y el límite reproductivo de los recursos naturales.

El desarrollo sustentable requiere delinear orientaciones y directrices que consoliden los vínculos positivos con el ambiente, la creación de empleos y una mejor distribución del ingreso. En particular, la pesca y la actividad forestal serán estimuladas más intensamente, buscando el incremento de la oferta, la generación de nuevos y mejores empleos y el incremento en los ingresos, cuidando a la vez que no se sobreexploten los recursos base, de lo cual depende su viabilidad futura. La flora y la fauna serán aprovechadas más racionalmente y, se estimularán proyectos que posibiliten a los productores un beneficio sostenido en estas áreas. Se buscará coherencia regional en el aprovechamiento de los recursos, con programas participativos y coordinados entre los tres niveles de gobierno.

La nueva política de crecimiento económico sostenido y sustentable del Gobierno de la República dio paso a la actual Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para una respuesta activa y soberana a las condiciones de globalización y regionalización así como una nueva respuesta institucional para fomentar y promover los intereses nacionales en los foros internacionales sobre medio ambiente y cumplir con los compromisos internacionales a partir de la voluntad e intereses de los mexicanos.

El objetivo de superar atrasos y resolver problemas de pobreza e inequidad requerirá, entre otros, de elevar la productividad utilizando la riqueza de recursos que el país posee, sin ponerlos en peligro y comprometer el bienestar de las crías futuras, aprovechando las oportunidades de cooperación internacional que se abren para México.

El estado del medio ambiente y los recursos naturales

Las alteraciones ambientales nos afectan profundamente y están impactando el modo de vida y de producción, con serias implicaciones sociales, demográficas, urbanas y económicas. En diversos casos, las bases naturales de la actividad económica están seriamente dañadas, con lo que se afecta la capacidad productiva; el deterioro del medio ambiente está repercutiendo en una baja calidad de vida; el uso inadecuado de los recursos y bienes ambientales hace que perdamos oportunidades económicas relevantes, como en el caso del aprovechamiento de la biodiversidad. Las dimensiones de estas alteraciones alimentan cambios globales que trascienden el espacio nacional y colocan el tema en la arena de la política internacional.

Existen fallas institucionales y normativas, que limitan el alcance multisectorial y regional de la política ambiental y que, en ocasiones, se expresan en: altos costos de transacción y baja efectividad, contradicciones con los objetivos de calidad ambiental, distorsiones y lastres competitivos, alta discrecionalidad e incertidumbre, desequilibrio entre reglas sustantivas y regulación administrativa, mecanismos judiciales débiles para la solución de controversias, persistencia de normas informales y consuetudinarias que se contraponen a los objetivos comunes, dificultades para promover la cooperación social por falta de información, elevado número de actores, falta de antecedentes, asimetrías en los costos e inequidad.

También arrastramos una crónica insuficiencia en información para promover la acción colectiva, para fijar objetivos y para evaluar el desempeño de las políticas. La información insuficiente impide el esclarecimiento de costos ambientales y de las formas en que éstos son asumidos por los diferentes grupos sociales.

En zonas metropolitanas y puertos industriales la calidad del aire observa tendencias al deterioro, especialmente, en lo que se refiere a los oxidantes fotoquímicos (ozono) y partículas. Esto se asocia con el consumo de combustibles fósiles por parte del transporte y la industria, principalmente, y con el sobrepasamiento de las capacidades de carga de las cuencas atmosféricas.

El aprovechamiento del agua presenta distorsiones crónicas, resultado de una variedad de factores:

- Desequilibrios en la distribución de la población; centralismo, ineficiencias y discrecionalidad en la realización y mantenimiento de la infraestructura hidráulica; predominio de enfoques limitados que no reconocen la interacción con los sistemas ecológicos y con los procesos productivos; deficiente racionalidad económica en la definición de costos y regulaciones; y escasa valoración al cuidado de la calidad y futura disponibilidad del recurso por parte de los agentes económicos y los grupos sociales.
- El uso irracional del agua para la agricultura, que consume cerca del 80% del total aprovechado en el territorio nacional, el derroche y la ineficiencia en los sistemas urbanos de distribución y consumo, así como la obsolescencia tecnológica en la industria, agotan paulatinamente los recursos hídricos del subsuelo, en tal magnitud que pueden llegar a considerarse como no renovables. Esto adquiere dimensiones dramáticas en cuencas como la Comarca Lagunera, el Valle de México y algunos distritos de riego del noroeste.

- Se observan niveles crecientes de contaminación de origen doméstico, industrial y agrícola en las cuencas del Pánuco, Lerma, San Juan, Balsas, Blanco, Papaloapan, Culiacán, Coatzacoalcos, Yaqui, Mayo y Valle de México; además, la disponibilidad subterránea se reduce por la sobreexplotación de acuíferos en Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, San Luis Potosí, Guanajuato y en el Valle de México. Tomando un índice de 100 como calidad óptima del agua y considerando los estudios en 29 de las 37 regiones hidrológicas se tiene, en 1994, una media de calidad de 54 lo cual significa que este recurso está, en promedio, contaminado.
- A estos problemas se suman las pérdidas en conducción y distribución en los sistemas de abastecimiento, superiores al 40 por ciento y el bajo nivel en el tratamiento de aguas residuales (se generan 170 m³ /seg y sólo se tratan 17 m³ /seg, a pesar de que la capacidad instalada de las plantas de tratamiento es de 43 m³ /seg).
- Existen rezagos en servicios de agua potable y alcantarillado y saneamiento, a pesar de importantes avances. En 1990 la cobertura de los servicios fue de 80.1% en agua potable y 63.3% en alcantarillado; para 1995 los porcentajes respectivos son de 87.0 y 70.2, lo cual significa que 13 millones de mexicanos aún no cuentan con agua potable y que 27 millones no tienen servicio de drenaje.

Los suelos sufren procesos de deterioro en diversos grados, y prácticamente todos los estudios coinciden en que un porcentaje sustancial de nuestros suelos productivos padece afectaciones severas, principalmente desertificación. La causa principal ha sido el manejo inadecuado de los suelos en las actividades agrícolas. En particular, en los principales distritos de riego del país ocurren procesos severos de degradación que afectan la superficie disponible y sobre todo, la productividad. Lo anterior conduce a una pérdida de competitividad del sector agrícola y a menores ingresos para los productores.

En la esfera forestal se ha venido reduciendo sistemáticamente la capacidad económica-productiva de la actividad y su participación en el PIB; la producción total ha disminuido, la balanza comercial presenta saldos negativos crecientes y se estima que poco más de la mitad de la infraestructura industrial es obsoleta tecnológicamente, lo que hace del sector forestal una actividad altamente ineficiente y desaprovechada, ya que los ecosistemas de bosques, selvas, matorrales, manglares y otros, presentan un enorme potencial de uso más allá de unos cuantos productos maderables en los que se concentra la actividad.

Los acelerados procesos de degradación y destrucción de la privilegiada riqueza y diversidad biológica del territorio nacional plantean costos inaceptables, que no se justifican frente a la baja productividad social de las actividades responsables de su eliminación.

Aunque se han incrementado las superficies que se encuentran formalmente bajo un estatuto de protección, éstas aún presentan una extensión, cobertura y representatividad insuficientes. Existen severas limitaciones e impedimentos para que las Areas Naturales Protegidas cumplan adecuadamente su objetivo de preservar bienes y servicios ecológicos. Estas limitaciones se relacionan con problemas agrarios, falta de indemnizaciones, indefinición o conflictos por derechos de propiedad, financiamiento, externalidades positivas no reconocidas y falta de acceso a tecnologías para el uso integral de recursos.

Es urgente garantizar tanto la conservación como el aprovechamiento de los un nivel de vida digno para las familias campesinas que habitan en los bosques y selvas y a quienes socialmente responsabilizamos del cuidado y conservación de los recursos naturales.

Medio ambiente

Junto con las acciones para frenar las tendencias del deterioro ecológico y transitar hacia un desarrollo sustentable, se realizan programas específicos para sanear el ambiente en las ciudades más contaminadas, restaurar los sitios más afectados por el inadecuado manejo de residuos peligrosos, sanear las principales cuencas hidrológicas y restaurar áreas críticas para la protección de la biodiversidad. La regulación ambiental se concibe como una herramienta importante; en este sentido la estrategia está centrada en consolidar e integrar la normatividad, y en garantizar su cumplimiento.

El uso cabal de instrumentos económicos evitará que quienes provoquen costos ambientales los trasladen a los demás productores y a los consumidores, y permitirá que quienes protejan el ambiente y los recursos reciban estímulos permanentes para reducir la generación de contaminantes y residuos peligrosos. Esta política impedirá que los costos se incrementen y perjudiquen a los consumidores, y propiciará que se asuman de manera eficiente los objetivos de calidad ambiental para el desarrollo.

La educación e información ambiental son condiciones fundamentales para formar nuevos valores y generar los consensos sociales necesarios sobre la política ambiental. La promoción de tecnologías ambientales es una responsabilidad estratégica que deriva en una mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales y una menor carga contaminante de las actividades productivas.

Se estimula el control y el manejo adecuado de residuos peligrosos, a través de incentivos para la minimización de residuos y la generación de infraestructura industrial y sistemas para el transporte, confinamiento, destrucción térmica y reciclaje. Las prioridades se enfocan hacia las grandes zonas metropolitanas de alta concentración industrial y en la franja fronteriza del norte.

La estrategia de ampliación del Sistema de Areas Naturales Protegidas pone énfasis en aquellas zonas de mayor incidencia de endemismos y con mayor diversidad y que enfrentan mayores posibilidades de deterioro; es preciso adoptar un enfoque de conservación que aliente nuevas alternativas productivas y comerciales.

Un denominador común a estas estrategias es el cumplimiento de la normatividad mediante el fortalecimiento de las acciones de vigilancia (verificación industrial y verificación de recursos naturales); de prevención (auditoría ambiental), y de restauración (emergencias ambientales y atención de sitios contaminados).

Para aprovechar plenamente las ventajas de los acuerdos comerciales de los que formamos parte, debemos impulsar una producción limpia, ya que la calidad ambiental es hoy uno de los requisitos de la competitividad, sobre todo en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

Recursos Naturales

El aprovechamiento productivo de los recursos naturales debe tomar en cuenta la distribución equitativa de costos y beneficios en la sociedad, identificando los riesgos de impacto social, priorizando la atención a los grupos mas desprotegidos y revalorando sus potencialidades productivas.

A fin de trascender actitudes estrictamente regulatorias y conservacionistas, se estimulan procesos de promoción, definición de nuevos instrumentos económicos de fomento, aplicación de estrategias de conversión productiva y desarrollo tecnológico, así como cambios en los patrones de consumo que permitan transitar hacia grados crecientes de sustentabilidad y que garanticen el uso más racional de los recursos renovables y no renovables.

. Estrategia para la participación social en la gestión ambiental.

El Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, en el apartado denominado "*Hacia una más intensa participación social y el fortalecimiento de la representación ciudadana*", señala como uno de los rasgos de las sociedades modernas la creciente presencia de los ciudadanos en la promoción de distintos intereses, causas y proyectos, sociales y cívicos, y su mayor voluntad de participación en los asuntos públicos.

El Plan propone la creación y fortalecimiento de Consejos Consultivos que alienten la participación y contribución de los ciudadanos y de las organizaciones civiles en las diversas tareas de la administración pública.

Respecto a la política ambiental para un crecimiento sustentable, el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 reconoce que las políticas y acciones en materia de medio ambiente y recursos naturales deben sustentarse en nuevos esquemas de corresponsabilidad y participación social, mejorando la información a la sociedad y fortaleciendo las actuales formas de corresponsabilidad ciudadana en la política pública.

En especial deberán apoyarse en los consejos consultivos nacional y regionales para el desarrollo sustentable y en los respectivos consejos consultivos o técnicos de política hidráulica, ambiental, forestal, pesca y de suelos.

La legislación relacionada con la política ambiental y de recursos naturales determina que las autoridades deben promover la participación social en la formulación, aplicación y vigilancia de la política respectiva. Una de las funciones que le corresponden a la SEMARNAP es precisamente "*Promover la participación social y de la comunidad científica en la formulación, aplicación y vigilancia de la política ambiental y concertar acciones e inversiones con los sectores social y privado para la protección y restauración del ambiente*" (La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, en su Artículo 32 bis, fracción XVII).

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2001-2006

De acuerdo con lo establecido en los artículos 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y 20 y 21 de la Ley de Planeación, como titular del Poder Ejecutivo Federal he cumplido con la obligación de hacer que del Sistema Nacional de Planeación Democrática emane, previa participación de la población y consulta de opiniones de los diversos grupos sociales, y con aprobación del Presidente de la República, el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal. Se publicó el día 30 de mayo del 2001.

En dicho programa se ha contemplado, en lo que a medio ambiente y recursos naturales lo siguiente:

Sustentabilidad

Una gran área excluida del proceso de formación de la nación mexicana ha sido la protección de la naturaleza. Tierra, aire, agua, ecosistemas naturales y sus componentes, flora y fauna, no han sido valorados correctamente y, por mucho tiempo, se les ha depredado y **contaminado** sin consideración. La excepcional biodiversidad de la que nuestro país ha sido dotado como patrimonio natural ha sufrido daños considerables y debe preservarse para las generaciones futuras. Es un hecho que en los procesos de desarrollo industrial, de urbanización y de dotación de servicios, los recursos naturales no se han cuidado de manera responsable, al anteponer el interés económico a la sustentabilidad del desarrollo.

Este proceso de devastación tiene que detenerse.

El desarrollo debe ser, de ahora en adelante, limpio, preservador del medio ambiente y reconstructor de los sistemas ecológicos, hasta lograr la armonía de los seres humanos consigo mismos y con la naturaleza. Así, el desarrollo debe sustentarse en la vida porque de otra manera no sería sustentable en función del país que queremos. Se debe asumir con seriedad el compromiso de trabajar por una nueva sustentabilidad que proteja el presente y garantice el futuro. El capital natural de nuestro continente, de nuestro país, debe preservarse. Y éste es, precisamente, el criterio que el gobierno promoverá para garantizar un sano desarrollo.

- La presente administración establecerá diversas medidas y proyectos cuyos objetivos son crear conciencia de la identidad entre bienestar y medio ambiente; construir una cultura de evaluación de prácticas productivas y de resultados de programas sociales basada en el criterio de que el deterioro de la naturaleza es un efecto inaceptable; fomentar un mayor conocimiento sobre el deterioro al medioambiente que provocan ciertas prácticas sociales y productivas; desarrollar, en suma, una concepción de **desarrollo en armonía con la naturaleza**. Éste es, por tanto, el quinto eje de la acción de gobierno en torno al desarrollo social y humano.

Los esfuerzos por alcanzar un desarrollo social incluyente, equitativo y liberador se verán rápidamente limitados y frustrados si tal desarrollo se realiza con la destrucción de los ecosistemas naturales de los que depende la vida en la Tierra. El desarrollo social y su base necesaria de progreso económico deberán incorporar esquemas eficaces para la protección de los recursos naturales. Esto implica, en consecuencia, la cuidadosa planeación de las formas como el desarrollo económico y social se lleve a cabo.

Como indicadores para evaluar los resultados obtenidos se integrará información sobre la moderación del daño a la atmósfera, el consumo de energía, la pérdida de sistemas forestales y la tasa de conservación de acuíferos, entre otros.

El objetivo rector 5 del Plan Nacional de Desarrollo es lograr un desarrollo social y humano en armonía con la naturaleza

El desarrollo social y humano armónico con la naturaleza implica fortalecer la cultura de cuidado del medio ambiente para no comprometer el futuro de las nuevas generaciones; considerar los efectos no deseados de las políticas en el deterioro de la naturaleza; construir una cultura ciudadana de cuidado del medio ambiente, y estimular la conciencia de la relación entre el bienestar y el desarrollo en equilibrio con la naturaleza.

Estrategias

a]. Armonizar el crecimiento y la distribución territorial de la población con las exigencias del desarrollo sustentable, para mejorar la calidad de vida de los mexicanos y fomentar el equilibrio de las regiones del país, con la participación del gobierno y de la sociedad civil. Orientar las políticas de crecimiento poblacional y ordenamiento territorial, considerando la participación de estados y municipios, para crear núcleos de desarrollo sustentable que estimulen la migración regional ordenada y propicien el arraigo de la población económicamente activa cerca de sus lugares de origen. Se buscará el equilibrio en el desarrollo urbano, regional y nacional de acuerdo con modelos sustentables de ocupación y aprovechamiento del suelo.

b]. Crear una cultura ecológica que considere el cuidado del entorno y del medio ambiente en la toma de decisiones en todos los niveles y sectores.

Fomentar condiciones socioculturales para contar con conocimientos ambientales y desarrollar aptitudes, habilidades y valores para propiciar nuevas formas de relación con el ambiente, la aplicación de hábitos de consumo sustentables y la participación responsable de la población.

También se pretende considerar los aspectos ambientales en la toma de decisiones políticas, económicas y sociales de todos los sectores de la sociedad y establecer consensos a fin de elaborar programas ambientales sustentables en las dependencias y entidades federales, con visión de largo plazo, para consolidar una política ambiental integral.

c]. Fortalecer la investigación científica y tecnológica que nos permita comprender mejor los procesos ecológicos.

Cuidar los ecosistemas requiere una comprensión profunda de sus mecanismos e interrelaciones, por lo que se deberá estimular la investigación en este campo y en los relacionados con su protección y regeneración.

d]. Propiciar condiciones socioculturales que permitan contar con conocimientos ambientales y desarrollar aptitudes, habilidades y valores para comprender los efectos de la acción transformadora del hombre en el medio natural. Crear nuevas formas de relación con el ambiente y fomentar procesos productivos y de consumo sustentables.

El cambio sociocultural en la población y en las empresas enfocado a tener una sociedad más consciente de la importancia de los recursos naturales prevendrá y revertirá los procesos de degradación del medio ambiente. Para lograr este cambio es necesario impulsar y desarrollar acciones educativas y promover procesos productivos sustentables que permitan a los diferentes agentes sociales, tanto del ámbito urbano como rural, contar con elementos que les hagan posible elevar sus condiciones actuales de vida sin atentar por ello contra los recursos de su entorno.

Estas tareas deben estar apoyadas no sólo en proyectos en los que se disponga de inversión federal, sino además con fondos privados, que permitan instrumentar programas integrales que abarquen estados, municipios, regiones y localidades, para asegurar que un mayor número de mexicanos, principalmente niños, jóvenes, productores primarios y promotores rurales cuenten con mayor información y sensibilidad ambiental para propiciar el cambio de valores y actitudes respecto a su medio natural.

Parte incluyente de lo anterior será continuar con la conservación, mantenimiento y equipamiento de instituciones especializadas en esta materia y, en lo posible, fomentar la creación de otras similares en localidades geográficas estratégicas que permitan abarcar un mayor rango de atención de demandas de acciones educativas en temas ambientales.

Incrementar la sensibilidad social respecto a la importancia de los ecosistemas naturales, en particular los boscosos, y proteger los diversos servicios ambientales, entre ellos la captación del agua pluvial que permite la recarga de acuíferos, ríos y otros cuerpos de agua de los cuales dependemos.

e]. Alcanzar la protección y conservación de los ecosistemas más representativos del país y su diversidad biológica, especialmente de aquellas especies sujetas a alguna categoría de protección.

Esta estrategia busca incorporar nuevas áreas naturales a un régimen de protección y conservación y al mismo tiempo promover alternativas económicas para sus pobladores, mediante la participación y corresponsabilidad social. Asimismo, se fomentarán las unidades de manejo ambiental sustentable que contribuyan a conservar, promover y facilitar la biodiversidad, disminuir las probabilidades de degradación de ecosistemas y especies en riesgo de extinción y fomentar la recuperación de especies de alto significado ecológico, simbólico y económico para las identidades regional y nacional.

Es necesario preservar el material genético y las poblaciones naturales de especies con las que compartimos los ecosistemas naturales del país, para promover la bioseguridad y el acceso a recursos genéticos, pues los bienes y servicios ecológicos que producen son activos primordiales para el desarrollo del país.

f]. Detener y revertir la contaminación de agua, aire y suelos.

Disminuir la contaminación de los recursos agua, aire y suelos para garantizar su existencia a las generaciones futuras y al mismo tiempo contar con información confiable sobre las sustancias tóxicas y contaminantes nocivos para la salud, al tiempo que contar con elementos que permitan elaborar lineamientos para el manejo integral de estos recursos.

g]. Detener y revertir los procesos de erosión e incrementar la reforestación.

Revertir la erosión de los suelos, mediante proyectos y acciones tendientes a su restauración y a la reconversión productiva de actividades agropecuarias en terrenos preferentemente forestales. Además, se llevarán a cabo acciones para prevenir o detener los procesos de deforestación y degradación de las tierras. Todo ello con el fin de asegurar una base natural que permita su aprovechamiento sustentable y contribuya a mejorar las condiciones de vida de los mexicanos.

h) Promover una gestión ambiental integral y descentralizada.

Implantar una gestión ambiental subsidiaria, federalista y participativa de los actores locales del desarrollo que propicie la protección integral del medio ambiente y de los recursos naturales. Será necesario desarrollar convenios de colaboración y participación apegados a la estructura político-administrativa, en los que se transfieran atribuciones, funciones y recursos de los estados y municipios. Así se fortalecerá el federalismo y se asegurará la atención integral y directa de los asuntos ambientales de cada región. También será necesario que dicha política cuente con la colaboración de otras dependencias de los diferentes ámbitos de gobierno para capitalizar esfuerzos compartidos en el cumplimiento de la ley.

i). Fortalecer la investigación científica y la innovación tecnológica para apoyar tanto el desarrollo sustentable del país como la adopción de procesos productivos y tecnologías limpias.

Realizar investigación científica y tecnológica de alta calidad que apoye la toma de decisiones en materia ambiental; desarrollar, adaptar y transferir tecnología, y propiciar la adopción por parte de los sectores productivos de tecnologías eficientes y limpias, así como de esquemas de autorregulación ambiental. Será necesario desarrollar políticas que favorezcan las inversiones en prevención y control de la contaminación industrial.

j). Promover procesos de educación, capacitación, comunicación y fortalecimiento de la participación ciudadana relativos a la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Propiciar condiciones que permitan a los diversos sectores de la población contar con información y conocimientos para comprender los efectos de la acción transformadora del hombre en el medio ambiente, con habilidades y aptitudes para establecer nuevas formas de relación con el entorno natural, y para que un número mayor de mexicanos, principalmente niños, jóvenes, productores primarios y promotores rurales, modifiquen sus valores y actitudes respecto a su medio natural.

La comunicación entre los creadores, promotores y usuarios de información ambiental es inadecuada. Proporcionan información los científicos, los productores o los servidores públicos; las organizaciones no gubernamentales, los medios de comunicación, las instancias académicas y gubernamentales son también promotores del uso de la información ambiental. Sin embargo, el conocimiento y la información no fluyen de manera adecuada.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

*CONTAMINACIÓN
AMBIENTAL POR
DESECHOS SÓLIDOS*

Del 28 de Octubre al 01 de Noviembre de 2002

ANEXOS

CI-432

Instructores: Biolog. Manuel R. Martínez Cárdenas
Ing. Quim. Laura Flores Orta
D G C O H
OCTUBRE/NOVIEMBRE DEL 2002

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Contaminación del agua.

El agua es indispensable para la vida, ya que forma parte de todos los seres vivos. Es a través de los fluidos orgánicos que se realizan todos los mecanismos de asimilación y transferencia de las células. En los seres humanos, el agua constituye aproximadamente las tres cuartas partes del organismo.

A pesar de que una gran porción de nuestro planeta está constituido por agua, sólo una pequeña parte de ésta es agua dulce, la cual no está distribuida uniformemente alrededor del globo. Hoy en día, las grandes concentraciones de población en las ciudades provocan una demanda de agua mayor, y se genera, al mismo tiempo, una enorme cantidad de aguas residuales que requiere tratamientos especiales, si no para reutilizar el agua, al menos, para no contaminar los lagos, ríos y mares que las reciben.

El costo por abastecimiento de agua potable tiende a incrementarse en algunas regiones de la ciudad de México, ya que los acuíferos se encuentran sobreexplotados y es necesario traer agua de cuencas cada vez más lejanas a ella. Esto va provocando que el ahorro del vital líquido y su tratamiento para reuso, sea indispensable para apoyar las crecientes necesidades municipales, industriales y agrícolas.

Propiedades del agua.

El agua es, quizá, la sustancia más importante y versátil que se encuentra en la naturaleza, su fórmula es H_2O y sus propiedades están relacionadas con su estructura simétrica, misma que le confiere cualidades que le permiten ser una de las sustancias más importantes para la vida del planeta.

Sus características más importantes son las siguientes:

- Es un disolvente de innumerables sustancias. Esta propiedad es de particular importancia en los sistemas biológicos, ya que el agua es esencial para el transporte de nutrientes y la eliminación de desechos.
- Su alta tensión superficial la convierte en el ingrediente idóneo para la limpieza de todo tipo de objetos y superficies.
- El agua tiene una alta capacidad calorífica. Esta propiedad tiene un gran efecto en el medio ambiente, ya que si la temperatura del agua fluctuará fácilmente con la energía solar, los efectos climáticos serían muy grandes.
- Por su habilidad para absorber calor, es un buen agente de transferencia de calor y por ello, el agua y su vapor son utilizados para calefacción e intercambio de calor en la industria.
- Debido también al enlace de hidrógeno, cuando el agua se congela forma una estructura hexagonal que ocasiona que su punto de fusión sea mayor que el esperado. Asimismo, su densidad es menor a la del agua líquida, lo que permite que la flora y la fauna sobrevivan en el invierno.

El agua, en su sentido natural, nunca es pura, se dice que está "contaminada" cuando las actividades del hombre la han hecho inútil para algún uso en particular. En otras palabras, la naturaleza y grado de contaminación están definidos por el tipo de uso de agua. Las aguas naturales que no han sido afectadas por el hombre tienen un determinado contenido de sales dependiendo de la fuente de donde provienen.

Existen así, variedades que van desde el agua salada o de mar, con un contenido promedio de 35,000 mg/l, hasta las aguas de algunos ríos y pozos consideradas aguas dulces o potables, con un contenido de sales muy variable que fluctúa entre 500 y 1,000 mg/l.

Tabla 1 Contenido de iones en los cuerpos de agua.

Compuesto	Fórmula	Ríos	Mar
Carbonatos	CO ²⁻	33.15	0.41
Sulfatos	SO ²⁻	12.14	7.68
Cloruros	CL ⁻	5.68	55.04
Nitratos	NO ₃	0.90	--
Calcio	Ca ²⁺	20.39	1.15
Magnesio	Mg ²⁺	3.41	3.69
Potasio	K ⁺	2.12	1.10
Óxidos de Hierro y Aluminio	(Fe y Al) ₂ O ₃	2.75	--
Sodio	Na ⁺	5.79	3.62
Sílice	SiO ₂	11.67	--
Otros		--	0.31
Total		100	100

El agua de los océanos cubre las dos terceras partes de la Tierra, es decir, cerca de 1400 millones de kilómetros cúbicos que representan el 97.5 % del planeta. El agua de ríos y lagunas, así como del subsuelo, ocupan cerca de 5 millones de kilómetros cúbicos, y son las fuentes de agua dulce. El agua en su estado sólido se encuentra principalmente en los dos casquetes polares, que cubren aproximadamente el 35 %, lo que representa un 2.15 % del total de agua de la tierra.

Para darnos una idea de estas cantidades, es oportuno añadir que si se fundiera este hielo, el nivel del mar ascendería 60 metros en todo el mundo.

Aunque el agua es abundante en nuestro planeta, la proporción de agua dulce es muy pequeña y su demanda es cada vez mayor tanto por el incremento de la población, como por el desarrollo industrial que requiere inmensas cantidades. Aunado a esto, los cuerpos naturales de agua son objeto de una indiscriminada contaminación ya que se arrojan en ellos una gran cantidad de desechos municipales e industriales.

El ciclo hidrológico.

El agua es un sistema dinámico que se mueve continuamente de varios lugares de la tierra a la atmósfera, o a los océanos y regresa nuevamente a la tierra. Este interminable patrón de circulación se denomina *ciclo hidrológico*. En él, el agua nunca se pierde sino que se transfiere de un lugar a otro por los procesos de evaporación, condensación y precipitación.

Las fuentes son los ríos, lagos y mantos subterráneos, los cuales vuelven a llenarse con el agua de la lluvia. Durante este proceso, la calidad del agua varía por el contacto con el aire y la tierra, así como los procesos químicos, físicos y biológicos a los que se ve sujeta. (Ver Figura 1.)

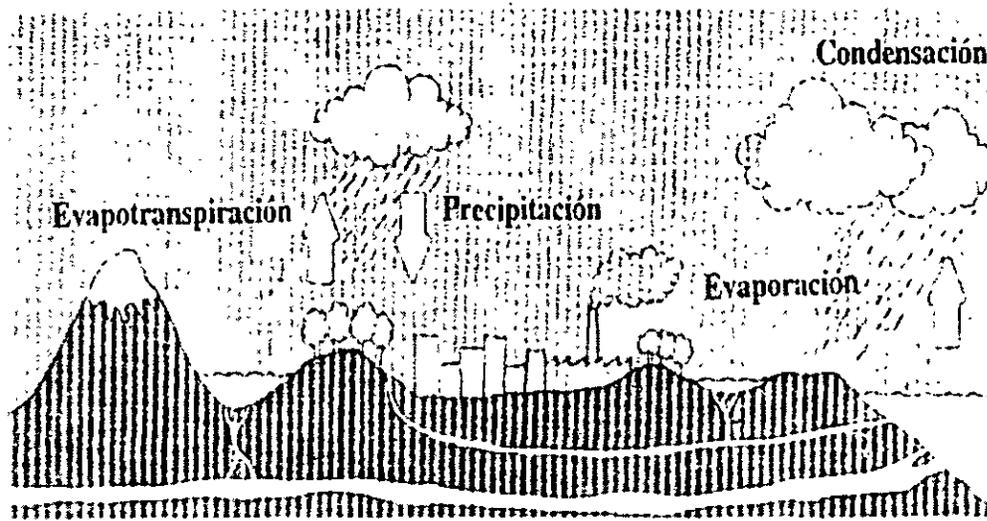


Figura 1. Ciclo hidrológico.

El agua se evapora y se convierte en nubes, quedando este vapor libre de minerales, mientras que el cuerpo de agua queda con una mayor concentración de sales. El vapor de agua se mezcla con polvo y gases y vuelve a caer a la tierra en donde al contacto con la misma disuelve los minerales y se filtra formando los mantos subterráneo; el agua de lluvia y la de escurrimientos cae en ríos y lagos y es utilizada por el hombre, que al hacerlo le adiciona sustancias químicas o desechos orgánicos.

Fuentes de contaminación.

Siendo congruentes con la definición de contaminación, entenderemos por contaminación del agua, la adición de cualquier sustancia al agua, en cantidad suficiente que cause efectos mensurables en los seres humanos, en los animales, en la vegetación o en los materiales y que se presente en cantidades que sobrepasen los niveles normales en los que se encuentra en la naturaleza, de manera que resulte inapropiada para usos benéficos.

De esta forma, la contaminación puede ser de dos tipos:

- La contaminación producida por causas naturales o geoquímicas y que generalmente escapa a la influencia del hombre.
- La contaminación provocada por las actividades del hombre, denominada antropogénica.

Los contaminantes del agua, dependiendo de su estructura, pueden clasificarse en:

- **Inorgánicos.** Contaminantes en forma de sales solubles o insolubles como cloruros, sulfatos, sulfitos, nitratos, nitritos, carbonatos, fluoruros, y otros de distintos metales; también se incluyen los ácidos y bases.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

- **Orgánicos.** Contaminantes con alto contenido de carbono entre los que se encuentran los hidrocarburos, los compuestos derivados del benceno, las grasas y aceites, los bifenilos policlorados, la materia proveniente de la descomposición de plantas y animales, entre otros.

Tabla 2. Alteraciones producidas por los contaminantes del agua.

Tipo de alteración	Ejemplos
FÍSICA Color Debido a materiales disueltos o absorción de radiaciones de mayor longitud de onda.	Color café, producido por materia orgánica; color verde por clorofila o sales de cobre; color rojizo, por sales de hierro de roca; color gris, aguas municipales recientes y diversos colores por compuestos químicos.
Olor Debido a la presencia de la materia orgánica en descomposición o a la de compuestos químicos.	Aguas negras domésticas en descomposición que provocan olores debido a la presencia de ácido sulfhídrico, putrecina, indol, entre otros. Liberación de olores de organismos como hongos, algas, entre otros. Empleo de cloro en el tratamiento de aguas, desechos industriales que provocan olores como el alquitrán, los fermentos.
Sabor Esta muy ligado al olor pues los sentidos del gusto y el olfato están muy relacionados por lo que las causas pueden ser las mismas que las de el olor.	Las mismas que las del olor. También algunas sales de cobre, zinc, o hierro pueden producir sabor a metales. Los cloruros y sulfatos dan un sabor salado. Los clorofenoles producen sabores perceptibles característicos.
Temperatura Tiene gran efecto en la solubilidad de las sales y en las reacciones biológicas de los seres vivos. También acelera la putrefacción y la demanda de oxígeno.	El aumento de temperatura es provocada por el vertido de aguas industriales usadas como cambiadores de calor. La mas fuerte es quizá la provocada por la industria termoeléctrica.
Materia suspendida Tiene distinto tamaño de partícula que se deben al arrastre, suspensión o disolución de la tierra.	Consiste principalmente en arcillas, sales de hierro, limos, materia orgánica finamente dividida, materia coloidal producto de descargas industriales y tierra.
Formación de espumas Se favorece por sustancias que disminuyen la tensión superficial. Inhiben los mecanismos de la oxidación química y biológica y dificultan la sedimentación primaria.	Debido al uso de detergentes y compuestos tensoactivos.
QUÍMICA Orgánica	Aceites vegetales y minerales, pinturas, detergentes sintéticos, hidrocarburos, fenoles, ácidos carboxílicos, carbohidratos, azúcares, pesticidas, hidrocarburos y solventes clorados, celulosa, entre otros.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Inorgánica Producida por desechos industriales	Ácidos, hidróxidos, cloro, nitratos, fosfatos, sulfatos, bicarbonatos, sulfuro de hidrógeno, fluoruros, isótopos radioactivos, cianuros, sales metálicas de hierro, zinc, mercurio, plomo entre otros.
BIOLOGICA Virus	Pueden ocasionar enfermedades como: poliomielitis, la hepatitis, inflamaciones cutáneas, entre otras.
Bacterias	Pueden producir enfermedades gastrointestinales endémicas o epidémicas, como la fiebre tifoidea, la paratífica, el cólera, la salmonelosis, brucelosis. El grupo de actinomicetos produce olores a humeado.
Protozoarios	Que producen enfermedades parasitarias como: amibiasis, lambiasis, esquistosomiasis, hidatidosis, tricocefalosis, distomatosis, ascariasis, entre otros. En ocasiones confieren olores y sabores desagradables al agua.
Algas y hierbas acuáticas	Son producidas por exceso de nutrientes y ocasionan la disminución de oxígeno disuelto como es el caso del lirio acuático.

Los efectos adversos en la salud producidos por la ingestión de aguas contaminadas, son ocasionados principalmente por las alteraciones biológicas de las aguas negras municipales, como se observa en la tabla anterior, las alteraciones biológicas de las aguas por la presencia de microorganismos, pueden provocar una gran cantidad de enfermedades tanto epidémicas como endémicas. La falta de agua potable y saneamiento correcto es una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en los países en desarrollo, ya que a diario las enfermedades propagadas por el agua provocan el fallecimiento de miles de niños y lactantes y la enfermedad de cientos de adultos.

En cuanto a las aguas residuales, debido a que contienen una gran variedad de contaminantes de distinto tipo, pueden ser muy peligrosas si son descargadas en cuerpos de agua, ya que además de afectar la vida acuática de los mismos, algunas sustancias tóxicas llegan hasta el ser humano a través de la cadena alimenticia.

Las aguas residuales con altos contenidos de materia orgánica y flotante vertidas en cuerpos de agua, pueden alterar mucho la vida acuática, ya que entorpecen el flujo de las corrientes naturales alterando los ecosistemas; además, el alto contenido de materia orgánica provoca la disminución de oxígeno disuelto, provocando también la disminución o muerte de la flora y fauna acuáticas.

Principales problemas generados por la contaminación del agua.

Contaminación por aguas residuales municipales.

Las aguas residuales municipales son aquellas que resultan de la actividad de los habitantes de un núcleo urbano y que provienen preferentemente de los baños y cocinas.

Cuando el sistema de alcantarillado es unitario, como en nuestro país, algunas veces esta agua viene mezclada con el agua de lluvia, que arrastran y disuelven materias presentes en la calle. Como generalmente en estos núcleos urbanos hay diversas industrias que no se encuentran localizadas en una

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

zona específica industrial, es usual encontrar mezcladas las aguas municipales con algunas de tipo industrial que fueron vertidas al alcantarillado en forma directa.

Las aguas residuales municipales en forma general tienen un 60 % de materia disuelta y un 40 % de materia en suspensión, las cuales a su vez tienen aproximadamente un contenido de 70 % de materia orgánica y 30 % de materia mineral.

Cabe aclarar que estos porcentajes pueden variar dependiendo de la zona habitacional, los hábitos de higiene, la dotación de agua por habitante, la época del año, entre otros.

Entre materia orgánica se tienen sustancias nitrogenadas, hidratos de carbono y grasas, mientras que la materia mineral está constituida por sales, principalmente cloruro de sodio, ya que la orina tiene un contenido del 10 % de dicha sal, también se encuentran fosfatos y trazas de algunos metales. El principal problema con estas aguas es que albergan una población biológica característica que puede ser muy peligrosa para la salud humana, por ello, no deben ser utilizadas para el riego de cultivos sin antes ser tratadas, ya que aunque hay un mayor aporte de sustancias nutritivas, se provoca el aumento en la transmisión de enfermedades por la ingestión de frutas y hortalizas que se consumen crudas. Las bacterias patógenas pueden transmitirse directamente en el agua y causar enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea y paratífica, la disentería bacilar, gastroenteritis infecciosa, entre otras.

Cuando se vierten directamente en cuerpos de agua producen daños a la pesca ya que el oxígeno disuelto disminuye al consumirse en la oxidación química o bioquímica de las sustancias arrojadas, o por la presencia de grasas que pueden formar capas oleaginosas o suspensiones que dificultan la difusión del oxígeno disuelto y la reaeración.

Contaminación por aguas residuales industriales.

La contaminación producida por este tipo de aguas no puede ser muy variada, dependiendo de su composición, ya que en algunas industrias prevalecen los compuestos orgánicos, como por ejemplo la industria del papel y la alimenticia, mientras que en otras como las de productos químicos, las de pinturas, y las fundidoras, predominan los compuestos inorgánicos.

Asimismo, hay industrias que producen una gran cantidad de materia en suspensión, como la industria textil, la azucarera y la minera. Dependiendo del tipo de industria, habrá distintos compuestos químicos, así, se tendrán gran cantidad de grasa en los efluentes de fábricas de jabón y lavanderías; ácidos y bases procedentes de industrias metalúrgicas y de recubrimientos de metales, hidrocarburos en los efluentes de refinerías e industrias petroquímicas, jabones insolubles en fábricas de barnices, pinturas y lubricantes, y sales inorgánicas muy variadas en efluentes de explotaciones mineras.

En general y a pesar de su composición variada, la mayoría de las aguas residuales contienen sustancias tóxicas para la salud de las personas y animales por lo que no sirven en lo absoluto para beber, tampoco pueden utilizarse para riego ya que las sustancias tóxicas pueden tener un efecto directo o inmediato sobre las plantas, o acumularse y perjudicar la agricultura.

Los ácidos ejercen una fuerte acción corrosiva sobre tuberías y partes metálicas e incluso perjudican el cemento; son especialmente peligrosos los que llevan H^2S , (ácido sulfhídrico), ya que por oxidación posterior puede convertirse en ácido sulfúrico que es un ácido muy agresivo. Las aguas con contenido de álcalis, pueden ocasionar la disminución de la actividad de las bacterias biodegradadoras.

Los materiales fibrosos obstruyen el cauce de las aguas y disminuyen la capacidad de transporte en la red de alcantarillado al igual que las materias decantables pesadas. Las aguas con altos contenidos de sales con iones sulfato y cloruro, pueden atacar el hormigón, ya que en concentraciones de sulfatos mayores a

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

300 mg/l, forma el sulfoaluminato que destruye el cemento. Las sales de metales pesados influyen en forma negativa en la actividad microbiológica de depuración, y pueden ser muy tóxicas a plantas y animales acuáticos.

Los efluentes provenientes de plantas petroquímicas e industrias que utilizan este tipo de materias primas, tiene altos contenidos de sustancias orgánicas derivadas del benceno, que son potencialmente cancerígenas.

Contaminación por detergentes.

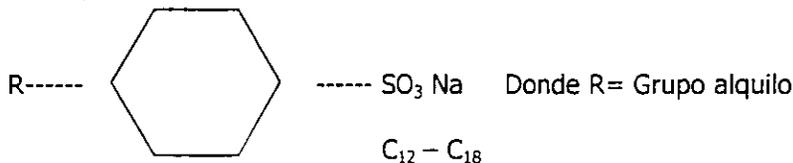
Los detergentes son compuestos que tienen capacidad de disminuir la tensión interfacial agua/grasa u agua/aire, de tal forma que permiten emulsionar las grasas y partículas adheridas a un cuerpo y conservarlas después en disolución o suspensión para que puedan ser eliminadas en el enjuague.

Los detergentes sintéticos fueron formulados por primera vez en Alemania en los años 30, con la finalidad de evitar el inconveniente que tienen los jabones de no ser capaces de eliminar la suciedad en las aguas duras, ya que reaccionan con los iones de calcio, magnesio y hierro que esta agua contienen.

Al igual que los jabones, los detergentes tiene la habilidad de limpiar debido a que el final de una parte de la molécula es de tipo polar y se disuelve en agua, es decir, es la parte hidrófila; en el otro extremo de la molécula se encuentra la parte hidrófoba que es la que disuelve las sustancias grasosas.

Esta naturaleza dual de la molécula hace que actúe como agente emulsificante, es decir, un compuesto que permite que dos sustancias que generalmente no se mezclan (agua y grasa), queden suspendidas en él, ya que es atraído por ambas sustancias.

Existen varios tipos de detergentes que cumplen la función anterior. Los primeros detergentes que se formularon fueron aniónicos; esta denominación se debe a que el lado hidrofílico de la molécula es un anión. El ejemplo más común de este tipo de detergentes es el conocido como ABS (detergentes de alquil bencensulfonato), cuya estructura es:



Terminal hidrófoba Terminal hidrófila

El problema con este tipo de detergentes es que no son biodegradables, provocan gran cantidad de espuma y si permanecen mucho tiempo causan problemas de olor y sabor.

La aceptación de este tipo de detergentes se debió principalmente a que tienen características más favorables que los jabones de aguas duras, sin embargo, su acción se ve disminuida también con la presencia de iones como el calcio. En poco tiempo se descubrió que el comportamiento de los detergentes podría mejorarse con la adición de grandes cantidades de tripolifosfato de sodio Na₅P₃O₁₀. El fósforo, además de disminuir el costo de producción, sirve para ajustar el pH a una forma alcalina y, sobre todo, para reaccionar con los iones de calcio y de magnesio presentes en las aguas, manteniéndose en una gran variedad de formas complejas en solución, a esta última propiedad se le conoce con el nombre de agente secuestrante y permite que el detergente mantenga intactas sus propiedades limpiadoras.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Otro de los problemas que ocasionan los detergentes en las aguas de desecho es la formación de espumas en los cuerpos de agua donde son vertidos, no sólo desde el punto de vista estético, sino porque esta espuma dificulta la transferencia de oxígeno atmosférico al agua.

También la toxicidad de los surfactantes, que rara vez son biodegradables, ponen en serio peligro la flora y la fauna acuáticas, además de que esta agua, al ser utilizadas para riego pueden contaminar el suelo y los cultivos.

Contaminación por metales.

Las aguas provenientes de industrias mineras, de recubrimientos metálicos, de fundidoras, entre otras, traen consigo una gran cantidad de metales disueltos, varios de los cuales pueden ser sumamente tóxicos.

Las sales minerales de plomo, zinc, mercurio, plata, níquel, cadmio y arsénico, son tóxicas para el hombre, animales terrestres y peces, y pueden ocasionar la muerte de una gran cantidad de plantas.

Contaminación por escurrimientos de ácidos.

Este tipo de contaminación proviene generalmente de las minas de carbón, aunque también se presenta en las minas de cobre, estaño, uranio, plomo y otros metales. Al extraer el carbón, un mineral llamado pirita (FeS_2) se expone al agua y al aire y forma ácido sulfúrico H_2SO_4 . Este ácido llega a las corrientes superficiales o a las aguas subterráneas, por el mecanismo natural de escurrimiento o precolación a través del suelo, esta acidez daña gravemente la vida acuática y prácticamente es un agua que no puede utilizarse para otros fines, ya que corroe tuberías y otras estructuras.

Contaminación por plaguicidas.

El hombre, con afán de obtener cada vez mayor producción de alimentos a través de la agricultura, se ha visto en la necesidad de atacar las plagas que compiten por el alimento en los distintos ecosistemas; de este modo, cada año derrama toneladas de plaguicidas en los suelos agrícolas para combatir estas plagas que se han ido haciendo más resistentes a estos compuestos químicos, obligando al ser humano a utilizar fórmulas cada vez más complejas, pero a la vez más contaminantes.

El problema de la contaminación de los cuerpos de agua por plaguicidas consiste en que al escurrir el agua por los suelos afectados, los compuestos tóxicos llegan a ríos y a lagos, algunos incluso se trasminan a las aguas subterráneas.

Contaminación por desechos de animales.

Tradicionalmente, los desechos animales se han utilizado como fertilizantes para la agricultura. Sin embargo, con el desarrollo de toda una industria de fertilizantes especiales para los diferentes tipos de suelo y de cultivos, estos desechos se acumulan en cantidades gigantescas, sobre todo en las zonas de producción animal, por lo que en algunos lugares han causado un serio problema de contaminación de agua, ya que estos desechos llegan a los cuerpos de agua, por arrastre o lixiviación. Debido a que están constituidos de materia orgánica, fósforo y nitrógeno, tiene una alta demanda de oxígeno que puede provocar la muerte de la flora y la fauna en el lugar. Por otra parte, estos desechos contienen gran cantidad de parásitos que provocan enfermedades como la salmonelosis.

Debido a esto, requiere un esfuerzo para el manejo adecuado de estos desechos en granjas de aves y de puercos, así como en ganaderías. Este manejo puede llevarse a cabo a través de un tratamiento de las aguas, o su reciclaje, ya sea para la producción de fertilizantes o mejoradores de suelo, como para la

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

generación de energía por biomasa. Naturalmente, para ello es muy importante caracterizar la composición química de los residuos, su cantidad y los productos de descomposición.

Contaminación por aceite y petróleo.

El control de la contaminación por petróleo no es sencilla, por el contrario, es algo difícil, sucio y peligroso, además de que puede en caos de derrame extenderse por varias millas a la redonda en cuestión de minutos.

Tabla 3. Contaminación de las aguas por aceite y petróleo.

Fuente	Porcentaje	Volumen en ton.
Aceites de motor e industriales	67.2 %	3,300,000
Operaciones normales de petroleros	10.7 %	530,000
Petróleo de otros barcos excluyendo los de placer	10.1 %	500,000
Refinerías y plantas petroquímicas	6.0 %	300,000
Accidentes en tanques y barcos	2.0 %	100,000
Otros accidentes	2.0 %	100,000
Producción en tierra	2.0 %	100,000

Los derrames de hidrocarburos son accidentes que pueden ocurrir en:

- Instalaciones petroleras de transformación.
- Actividades de explotación.
- Actividades de comercialización.
- Transportación.

Cuando los derrames suceden en tierra, ya sea en instalaciones petroleras, en centrales de almacenamiento o en las líneas de transporte (oleoductos), los derrames se comportan de acuerdo a la topografía del lugar, las características edafológicas, el clima, así como por el tipo y volumen del producto derramado.

El transporte de petróleo corresponde al 60 % del comercio del mundo en el mar. Los buques de petróleo atraviesan los mares y tocan la mayoría de las costas. En los últimos años, la capacidad de los buques tanque de petróleo se ha incrementado en forma tal que hay más de doscientos que pueden transportar doscientas mil toneladas de petróleo. Todos estos tanques representan una catástrofe potencial en el caso de un accidente.

Para combatir los derrames de petróleo en el mar se utilizan equipos de operación como bandas y discos oleofílicos, con sistemas de decantación y separación centrífuga de aceite. Para controlar la dispersión de la mancha de aceite, suelen utilizarse barreras flotantes de contención para iniciar el proceso de recuperación o eliminación de hidrocarburos.

Cuando el derrame no es controlado a tiempo, la flora y la fauna mueren, ya que la capa de aceite que forma no permite el paso de oxígeno.

Contaminación térmica.

La contaminación térmica es la descarga de desechos calientes en cuerpos de agua. La causa fundamental de este tipo de perturbación es la construcción de centrales eléctricas de diversos tipos, cada vez más poderosas y numerosas, principalmente las centrales de energía nuclear en las que, por ejemplo se requieren aproximadamente 500 m³ de agua de enfriamiento por segundo.

También contribuyen a este tipo de contaminación algunas otras industrias pesadas como las siderúrgicas, las textiles y las azucareras. Las perturbaciones ecológicas que pueden provocar son de índole diversa. En primer lugar, el aumento de la temperatura ocasiona un descenso en la solubilidad de los gases, entre ellos el oxígeno, necesario para la vida animal, lo que lo hace cada vez menos disponible. Al mismo tiempo, las temperaturas elevadas aceleran la putrefacción y, por lo tanto, un aumento de la demanda de oxígeno, por lo que en un momento dado, un cuerpo de agua que podía recibir un cierto volumen de descargas, al elevar su temperatura, su capacidad de depuración se ve disminuida.

Por otra parte las especies acuáticas que habitan en lagos, mares o ríos se ven afectadas, ya que muchas de ellas, como los animales de sangre fría, son muy vulnerables a los cambios de temperatura, principalmente las larvas de los invertebrados y los huevecillos de los peces, cuya mortalidad se incrementa.

Asimismo, se sabe que muchas especies se reproducen solamente a ciertas temperaturas, por lo que al modificarse éstas, pueden llegar a extinguirse. El caso del salmón y la trucha serían un ejemplo de ello. Al aumentar la temperatura, el metabolismo de las especies se altera, lo que favorece también el desarrollo de algunos organismos patógenos, como es el caso de algunos hongos que afectan a las ostras, o microorganismos que favorecen la propagación de enfermedades como la salmonelosis, la poliomielitis, el cólera, entre otras.

Para solucionar este problema se han propuesto diversas alternativas entre las que tenemos:

- **Uso de torres de refrigeración.** Con ellos solamente se pretende que el agua se enfríe antes de ser vertida en los cuerpos de agua. Para ello, el líquido caliente se inyecta en la torre en donde el agua se divide en gotas finísimas que se enfrían con una corriente de agua, se vaporiza y se condensa parcialmente.
- **Uso de estanques.** En este método el agua se bombea a un estanque de agua fría para que la temperatura disminuya y posteriormente el agua se recicla.

El inconveniente de estos métodos es que requieren grandes extensiones de terreno, y a gran escala pueden afectar el clima de la región.

Contaminación por desechos radioactivos.

Las aguas, en general, presentan una cierta radioactividad natural como consecuencia de la presencia de algunos isótopos de los elementos, en especial el potasio. Sin embargo, en la actualidad, debido a la existencia de plantas nucleares de energía, así como a la práctica de ciertos experimentos nucleares, la radioactividad en algunos cuerpos de agua se ha incrementado.

Los desechos radioactivos son usualmente tratados antes de vertirlos a alguna corriente, sin embargo, los desechos con concentraciones de radioactividad muy elevada son confinados en tanques de acero inoxidable y enterrados en el subsuelo. Por ello, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas la geología e hidrología del suelo debe estudiarse profundamente. En los criterios ecológicos de la calidad

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

del agua se especifican como niveles máximos de radioactividad para partículas Alfa de 0.1 Bq/l y para partículas Beta de 1 Bq/l.

Contaminación de cuerpos de agua.

El arrojar desechos y aguas residuales sin depurar a los distintos cuerpos de agua produce daños de diversos tipos que en un mayor o menor grado afectan las distintas formas de uso del vital líquido. La magnitud de estos daños depende del volumen de las descargas así como del contenido y la concentración de distintas materias, sustancias y especies biológicas y, por supuesto, del caudal o volumen del cuerpo de agua receptor.

Contaminación de ríos.

Las aguas superficiales de la hidrosfera terrestre forma los ríos y lagos. El factor principal que influye en la circulación de las aguas terrestres es el relieve, ya que las aguas fluyen por gravedad de las regiones altas a las bajas, dependiendo del índice de precipitación pluvial así como del escurrimiento en la cuenca.

La descarga de aguas domésticas e industriales en los ríos ha provocado cambios muy importantes en las propiedades fisicoquímicas y biológicas de sus aguas. Aunque el vertido de las aguas en los ríos debería realizarse una vez que dichas aguas hayan tenido un cierto grado de tratamiento para la eliminación de contaminantes, para que el impacto producido sea el menor posible, lamentablemente no sucede así y con frecuencia se altera en forma irreversible el equilibrio ecológico de la cuenca.

La capacidad de autodepuración de un río depende de la presencia de microorganismos que actúan sobre la materia orgánica descomponiéndola en molécula cada vez más sencilla que pueden servir de alimento a otros organismos vivos. La actividad de los microorganismos puede ser aeróbica, es decir, en presencia del oxígeno, o anaeróbica. Usualmente el proceso aeróbico se efectúa primero, y una vez que el oxígeno se agota se tiene condiciones sépticas en las que el oxígeno disuelto alcanza una valor de acero y se inicia la degradación anaeróbica.

Los ríos tienen cuatro zonas bien definidas y fáciles de determinar cuando se lleva a cabo la autodepuración:

- **Zona de degradación.** En esta etapa el agua presenta un aspecto sucio con bajo contenido de oxígeno disuelto, la materia orgánica se degrada, por la actividad bacteriana a formas más sencillas.
- **Zona de descomposición activa.** En esta etapa no hay oxígeno disuelto; la descomposición bacteriana continúa en condiciones anaerobias, el aspecto es pardo o negro con algunos lodos flotantes. Hay también olores desagradables por el desprendimiento de gases como el amoníaco y el ácido sulfhídrico.
- **Zona de recuperación.** Las aguas se van volviendo cada vez más claras y se restablece la vida vegetal. Se eleva el contenido de oxígeno en forma progresiva hasta alcanzar casi su contenido normal debido a la reaereación que provoca el movimiento del agua; la materia orgánica prácticamente se ha degradado a dióxido de carbono y agua.
- **Zona de aguas limpias.** En esta etapa el cauce casi ha recuperado su aspecto anterior al vertido contaminante, así como su flora y fauna características. El contenido de oxígeno disuelto ha alcanzado su nivel de saturación entre los 6 y 8 mg/l, dependiendo de las condiciones de temperatura y presión.

Cabe señalar, que esta autodepuración de los ríos y los arroyos, sólo se refiere a contaminantes que son biodegradables, es decir, sustancias que pueden romperse en unidades más sencillas por procesos naturales, físicos, químicos y biológicos, como por ejemplo la celulosa, los azúcares, los desechos domésticos, entre otros. Los materiales que no son biodegradables o que lo son pero lo hacen en forma muy lenta, permanecen en las aguas durante mucho tiempo o en forma permanente y pueden llegar a dañar seriamente la flora y la fauna de la zona; por ejemplo de estos son los metales, los detergentes sintéticos, los hidrocarburos clorados utilizados como pesticidas y los plásticos.

La contaminación y la depuración de los ríos se puede observar, medir y controlar desde los puntos donde se efectuó la descarga y se originó la contaminación. Sin embargo, para poder conocer en todo momento la carga que puede recibir y depurar un río sin que llegue a sufrir un desequilibrio irreversible es necesario lo siguiente:

- Realizar un tratamiento previo de acuerdo con las condiciones del cauce receptor, principalmente de materia no degradable.
- Conocer las constantes de desoxigenación y reoxigenación.
- Conocer las características del cauce receptor en kilómetros posteriores al vertido, como es el de la existencia de rápidos, pendientes, cascadas que faciliten la aeración natural, entre otros.
- Conocer la relación de caudales entre el cauce receptor y la descarga.
- Llevar un control analítico para conocer las condiciones del cauce receptor antes de la descarga.
- Conocer el número de tomas de agua a lo largo del cauce.
- Conocer con exactitud el número de puntos de descarga.

Contaminación de los lagos.

Fundamentalmente, un lago o embalse es un medio cerrado, donde la aportación de nutrientes puede traer consigo fuertes modificaciones en su ciclo natural. Todos los lagos están sujetos a un proceso natural de envejecimiento en el cual hay una modificación gradual de sedimentos y materia orgánica, principalmente nutrientes, que provoca lentamente una lenta transformación del lago a pantano; se pierde profundidad, y se vuelve más cálido hasta que se seca.

En un lago donde no se registran aportes extraños, las plantas en la superficie aprovechan los compuestos de fósforo y nitrógeno que provienen de la descomposición de la materia orgánica acumulada en el fondo. Cuando estas materias no están disponibles, son los nutrientes exteriores los que se ocupan del aumento de las plantas; este ciclo da origen a una flora de desarrollo equilibrado ya que hay factores que limitan el número de plantas existentes. Uno de ellos es que en las aguas estancadas hay periodos de estabilidad sin circulación vertical con lo que los nutrientes no se renuevan y las plantas dejan de crecer. Cuando cesa la estabilidad, se inicia la circulación vertical y la flora vuelve a desarrollarse.

Cuando por alguna circunstancia el contenido de nitrógeno y fósforo en el agua alcanza un 0.3 y un 0.1 mg/l, respectivamente, se produce un florecimiento masivo de algas y otras plantas. Al morir éstas, liberan un gran contenido de nutrientes provocando que el fenómeno tenga carácter progresivo. Este proceso de enriquecimiento de nutrientes se denomina *eutrofización*, que en griego significa "bien nutrido".

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Al aumentar el número de plantas, el consumo de oxígeno es mayor y la reoxigenación del agua por intercambio gaseoso así como la función clorofílica no son suficientes para compensar el consumo de oxígeno necesario para la degradación biológica de la materia vegetal muerta que se va acumulando en las capas más profundas.

Esta falta de oxígeno se va generalizando en toda la masa de agua, con lo que la degradación de la materia orgánica se continúa en forma anaerobia provocando el desprendimiento del metano, ácido sulfhídrico y otros gases de olor desagradable.

Por otra parte, al estar cubierta la superficie acuática con algas y otras plantas como el lirio, los rayos de sol no pueden penetrar y se incrementa el consumo de oxígeno, lo que provoca la muerte de vegetales y animales. Cuando el plancton es escaso, la materia orgánica es muy abundante y hay un gran contenido de sustancias húmicas, entonces el lago alcanza un estado diastrófico y se convierte en pantano.

El uso de detergentes sintéticos con alto contenido de fosfato es una de las principales causas de los procesos de eutrofización acelerados no solamente en lagos, sino también en bahías, estuarios y ríos con poco movimiento. Por su parte, la contaminación por materiales tóxicos de los vertidos industriales contribuye matando flora y fauna e incrementando la carga orgánica en la masa de agua, lo que acelera el proceso de eutrofización.

Contaminación de las aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas de manantiales y pozos han sido las principales fuentes de abastecimiento de agua dulce, ya que son consideradas las fuentes ideales para la captación de agua adecuada para beber, debiendo a que el suelo actúa como filtro y absorbente para remover una gran cantidad de sustancias incluyendo algunas bacterias. La eficacia de este proceso depende de la profundidad del acuífero, así como de la estructura y composición del suelo. La extracción de las aguas subterráneas siempre ha estado sujeta a problemas tales como la sobreexplotación de los mismos, puesto que la recarga es muy lenta en comparación con el bombeo para extraer agua. Esta sobreexplotación provoca, a su vez, hundimientos en la zona.

Sin embargo, dichas fuentes de agua, principalmente aquellos acuíferos que se encuentran bajo suelos muy permeables como roca, grava y arena, han comenzado a sufrir una fuerte contaminación como consecuencia de la filtración de grandes cantidades de aguas negras provenientes de un gran número de fosas sépticas, así como la de sustancias tóxicas provenientes de los tiraderos industriales, basureros municipales y también por el uso de pesticidas e insecticidas agrícolas. Esto ha provocado mayor presencia de bacterias coliformes y de sustancias químicas en aguas subterráneas que se extraen para el consumo humano.

Por otra parte, el subsuelo se utiliza cada vez más para el almacenamiento de toneladas de desechos tóxicos líquidos o sólidos, de difícil tratamiento, sin que se siga un monitoreo adecuado del comportamiento tanto del subsuelo, como de los desechos dispuestos en esta forma, por lo que es difícil conocer con exactitud los efectos a largo plazo de este tipo de confinamiento de desechos.

Contaminación de los mares.

Por su tamaño, el mar es potencialmente el mayor problema de contaminación que en un futuro podría tenerse. El volumen de las descargas en lo que parecen ser océanos infinitos, se ha incrementado rápidamente y la tendencia indica que esto será cada vez en un mayor grado. En las zonas urbanas se ha incrementado la escasez de espacios en la tierra para el depósito de sus desechos; además las leyes en cada país son cada vez más estrictas para el vertido en otros cuerpos de agua lo que implica un

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

incremento en los costos, que hace muy atractivo el pensar en los océanos como grandes depósitos de los desechos humanos e industriales.

De este modo, cada día se arrojan a los mares toneladas de desechos industriales, lodos de drenaje desechos provenientes de la demolición y la construcción, basura, desechos de guerra, explosivos, desechos de operaciones de dragado e incluso material radioactivo.

En efecto que un contaminante puede tener en los ecosistemas depende de la concentración, y si hablamos de masas de agua, este efecto dependerá del grado de disolución que tenga. Desde el punto de vista, el mar parece tener una capacidad ilimitada como diluyente; sin embargo, hay que recordar que en el mar hay movimiento como resultado de las corrientes y las mareas y que no es lo mismo efectuar una descarga cercana a la costa, que una en mar abierto, en el fondo del mar o en la zona de descara de los ríos donde el agua dulce que haya una menor densidad.

Los principales problemas son la alta demanda de oxígeno provocada por la presencia de gran cantidad de materia orgánica, de sustancias tóxicas tales como los metales, cianuros, hidrocarburos clorados y en algunos casos microorganismos que permanecen activos.

Todos estos compuestos contaminantes pueden entrar en la cadena marina de alimentación e incluso llegar al hombre cuando consume pescados y mariscos; asimismo, la presencia de tanta materia orgánica puede provocar el crecimiento excesivo de plagas.

Sin embargo, el crecimiento de la población y de la industria, hace inevitable que a la larga los océanos se conviertan, cada vez en mayor grado, en el depósito de nuestros desechos, por lo que es importante que las legislaciones sean cada vez más estrictas, que se realicen análisis permanentes de la calidad del agua en las costas y en las zonas de pesca, para detectar a tiempo las sustancias tóxicas en altas concentraciones, así como sus posibles consecuencias.

Debido a que el mar no tiene propietarios definidos y a que cada vez es mayor y más complejo el transporte marítimo, la comunidad internacional ha elaborado diversos convenios con el fin de controlar y disminuir la contaminación marítima.

Diagnóstico de la calidad del agua.

Para determinar la calidad del agua o el grado de contaminación de las aguas residuales, es necesario realizar análisis físicos, químicos y biológicos, lo que permite diseñar o controlar un proceso de tratamiento específico. La toma de la muestra constituye uno de los problemas más importantes, pues de ella depende la caracterización precisa de un problema de contaminación.

OD. Oxígeno Disuelto.

Una de las medidas más importantes para determinar la calidad del agua es la observación de la calidad de oxígeno disuelto, que se expresa en mg/l. Es importante que en el agua haya altas cantidades de oxígeno disuelto para la existencia de la vida acuática, así como para la degradación natural que realizan los microorganismos. Un agua limpia tiene usualmente de 5 a 7 mg/l de oxígeno disuelto.

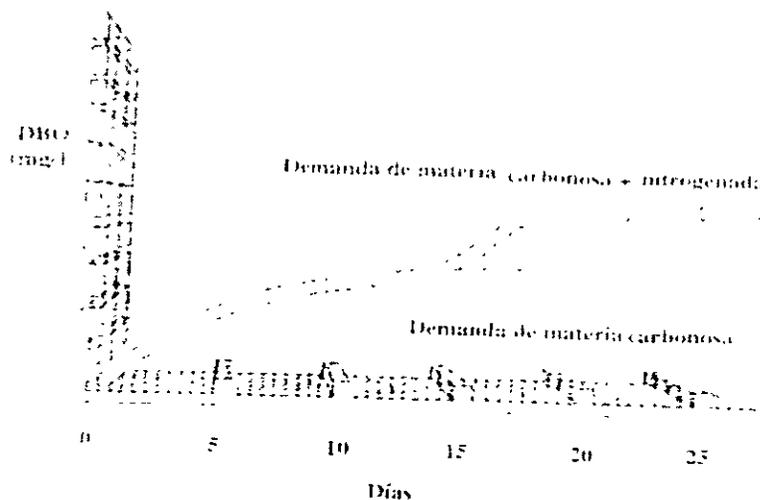
Si la calidad de oxígeno disuelto es menor, implica que hay contaminación y que en el seno del agua hay un proceso de biodegradación de materia orgánica en el cual los microorganismos están consumiendo oxígeno. El análisis de oxígeno debe realizarse en el mismo sitio de muestreo y debe tenerse cuidado de que al tomar la muestra no se atrape oxígeno atmosférico, ni que al taptarla se formen burbujas.

DBO. Demanda Bioquímica de Oxígeno.

La prueba analítica para medir la demanda bioquímica de oxígeno consiste en una estimación de la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua residual, por medio de la actividad de una población microbiana heterogénea y aerobia.

Si observamos la figura 1 podemos ver que para la degradación total de la materia orgánica se requiere un tiempo de más de 20 días, pero también podemos observar claramente dos etapas, una en la que se degrada la materia carbonosa, y otra a partir del día 16, en que comienza a degradarse la materia orgánica nitrogenada. Para efectos prácticos, se determina la llamada DBO_5 , que consiste en determinar el oxígeno consumido a los cinco días de tomada la muestra, que sería la diferencia entre el oxígeno disuelto al inicio menos el oxígeno disuelto al final de los cinco días a una temperatura de $20^{\circ}C$.

En este periodo se ha degradado aproximadamente el 70 % de la materia orgánica. En ocasiones, para la determinación de la DBO_5 , es necesario adicionar un inóculo de bacterias que realicen la digestión de materia orgánica. En el caso de las aguas negras, esto no es necesario ya que en ellas hay una gran diversidad de microorganismos.



Curva de DBO completa.

-DQO. Demanda Química de Oxígeno.

La demanda química de oxígeno es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar los componentes de una muestra de agua residual utilizando reactivos químicos. En esta prueba, a diferencia de la DBO no solamente se oxida la materia orgánica, sino también otras sustancias de tipo inorgánico susceptibles de ser oxidadas. La DQO siempre es igual o mayor a la DBO ya que la materia orgánica oxidable por métodos químicos. Para la determinación de esta prueba se utilizan oxidantes fuertes como el dicromato de potasio y, a diferencia de la determinación de la DBO, el resultado puede obtenerse en tres horas manteniendo a reflujo la reacción, aunque tiene la desventaja de que no permite diferencias la proporción de materia biodegradable de la que no es.

-COT. Carbono Orgánico Total.

La determinación de carbono orgánico total también nos sirve para conocer la calidad de un agua. El método consiste en un proceso de combustión rápida que cambia todo el oxígeno a CO₂, el cual se mide en un equipo de espectroscopia infrarroja. La cantidad producida de CO₂ puede relacionarse con el oxígeno equivalente en el agua.

Sólidos.

- **Sólidos suspendidos totales (SST)** son aquellos residuos que permanecen después de la evaporación total del agua entre 100 y 105 °C. Entre sólidos totales tenemos los sólidos suspendidos o no filtrables y los sólidos disueltos o filtrables.
- **Sólidos sedimentables (SSed)** son aquellos que se encuentran en suspensión y que llegan a sedimentar en condiciones de reposo debido a la influencia de la gravedad. Con este parámetro se determina si hay necesidad de incluir un sedimentador en el tratamiento de las aguas.
- **Sólidos disueltos (SDT)** son los sólidos filtrables que se encuentran en forma de iones en solución o moléculas menores a un micrómetro.
- **Sólidos fijos y sólidos volátiles.** Los primeros corresponden a los sólidos inorgánicos, los cuales permanecen después de la calcinación a 600 °C y los segundos a los orgánicos.

(Potencial de Hidrógeno)

El Ph es una medida de la acidez o basicidad de un agua. Un rango alrededor del valor de 7 implica un agua adecuada para la supervivencia de los seres vivos. El agua de lluvia tiene un pH ligeramente ácido debido a la solubilidad del CO₂ en el agua. En las normas oficiales de descarga se establece un valor aceptable entre 6 y 9 tanto para el promedio diario como para las muestras instantáneas.

Alcalinidad y acidez.

La alcalinidad es el contenido de iones de hidrógeno, bicarbonatos y carbonatos que ocasionan una variación del pH mayor de 7 y cuya presencia implica contaminación del agua. El método volumétrico utiliza fenolftaleína para la determinación de alcalinidad total. La acidez nos indica la presencia de iones hidronio que disminuyen el pH del agua y son capaces de neutralizar las bases, el método de determinación es potenciométrico.

-Nitrógeno.

El nitrógeno es un nutriente importante que indica contaminación del agua y puede encontrarse en varios estados de oxidación que pueden ser intercambiables bioquímicamente. El nitrógeno puede encontrarse disuelto como gas, en forma orgánica, en forma amoniacal, en forma de nitratos y en forma de nitritos.

Fosfatos.

Es importante determinar el fosfato principalmente por los problemas de eutroficación que puede causar si se vierte sin ser tratado.

Metales.

La determinación de metales es importante para saber si hay contaminación de tipo industrial, ya que de ser así habría que considerar la toxicidad de los mismos sobre los microorganismos, en el caso de que se pensara aplicar un tratamiento de tipo biológico. También existen otras técnicas para la determinación colorimétrica de algunos metales en el caso de no contar con un espectrofotómetro de absorción atómica.

-Grasas y aceites.

La presencia de grasas y aceites es indicativa de contaminación del agua.

-Temperatura.

La temperatura es muy importante para el equilibrio de los ecosistemas acuáticos.

Turbiedad.

La medida de la turbiedad es un parámetro importante porque nos indica la presencia de materia suspendida que impide el paso de la luz a través del agua, alterando las funciones de la flora acuática.

Conductividad.

La conductividad de una solución nos da la medida de la presencia de iones en solución capaces de transportar la corriente eléctrica, un valor alto de la misma implica la contaminación del agua.

-Substancias activas al azul de metileno.

Esta prueba se realiza para determinar la presencia de detergentes en las aguas, que ocasionan los problemas de contaminación descritos en las secciones anteriores.

-Compuestos de azufre.

El azufre como contaminante en el agua puede encontrarse en forma de sulfatos, sulfitos y sulfuros, los cuales pueden proporcionar al agua un olor y un sabor desagradables.

-Cianuros.

Los cianuros son compuestos sumamente venenosos.

-Cloro y sus compuestos.

El cloro puede encontrarse en el agua como elemento disuelto causado por el proceso de desinfección, en el cual puede haberse agregado en exceso, o en forma de cloruros.

-Dureza.

La dureza en las aguas implica la presencia de iones de calcio y magnesio, los cuales limitan el uso de agua ya que, por ejemplo, pueden causar incrustaciones en las calderas, tuberías, calentadores, entre otras, de los procesos industriales.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Fenoles.

La presencia de fenoles en el agua implica contaminación de tipo industrial confiriéndole al agua sabor y olor desagradables.

Fluoruros.

El fluór se acostumbra adicionarlo al agua en algunos países para la protección de los dientes, sin embargo, cuando está en exceso provoca la aparición de manchas blancas en los dientes.

Parámetros biológicos.

Las bacterias del grupo coliforme y los estreptococos fecales son los indicadores principalmente de contaminación de tipo fecal en las aguas. El grupo coliforme incluye las bacterias gram negativas, con forma bacilar y no esporuladas que fermentan la lactosa en 48 horas a 35 °C. Entre los coliformes tenemos que hay de tipo fecal (*escherichia coli*) y no fecal (enterobacteriaerogenes).

Las ventajas de utilizar la determinación del grupo coliforme como indicador de contaminación es que su densidad es una medida proporcional de la contaminación por desechos fecales ya que se encuentran en las heces de todos los animales de sangre caliente. Si existen bacterias patógenas de origen intestinal, las bacterias coliformes se encuentran en mayor número. Los coliformes permanecen en el medio acuático más que las bacterias patógenas de origen inststinal. La determinación del número más probable por cada 100 ml de agua (NMP/100) de coliformes totales y fecales.

Una agua potable debe de tener como máximo 1000 NMP/100 ml de coliformes fecales

Ensayos de Tratabilidad.

Una vez que se conocen los contaminantes presentes en una agua residual, se realizan los llamados ensayos de tratabilidad, los cuales a nivel laboratorio sirven para probar qué método es el más adecuado para la remoción de contaminantes.

Contaminación del Suelo

Introducción

La contaminación ambiental es hoy por hoy uno de los grandes problemas que al que nos tenemos que enfrentar cada día, tanto en el ámbito nacional como en el mundial, la cual es causada por el hombre y su estilo de vida y esto es debido al desarrollo tecnológico, la necesidad de expansión de las industrias, el desbordado crecimiento sin planificación de las grandes zonas urbanas, así como la inconsciencia e ignorancia del hombre son, en conjunto las causas de este problema.

El consumismo que conlleva a la creación y uso de múltiples productos desechables que por sus características físico químicas no son biodegradables, el aumento desmedido de la población sobre todo en las áreas urbanas y la consecuente generación de volúmenes enormes de desechos sólidos que dan lugar a lixiviados de compuestos no degradables, la pobreza e ignorancia, así como la indiferencia de las autoridades tanto municipales como estatales de muchos países, o su incapacidad para realizar las obras de protección y control para el ambiente y la salud humana, son algunos de los ejemplos de los graves problemas mundiales en cuanto a la contaminación ambiental y sus efectos sobre la salud.

La causa de la contaminación se debe al hombre y a su estilo actual de vida, pero afortunadamente tanto consumidores como productores están empezando aunque de forma lenta y paulatina a tomar conciencia de lo mucho que nos está afectando la contaminación ambiental, en los elementos (**agua, aire y suelo**) que nos son indispensables a los seres humanos para vivir en este planeta, por lo que, con base a estudios que realizan los investigadores tanto del sector público como privado se están tomando cartas en el asunto y uno de ellos en lo que se refiere a contaminación del suelo mediante los residuos sólidos municipales, es que ya se están implementando los **Rellenos Sanitarios**, que conllevan un sistema de manejo integral, así como programas de concientización ambiental que se lleva a cabo tanto en el sector industrial, como en el sector público y sobre todo desde una de las partes más importantes y que no se le había es el sector educativo.

Considerando que no debemos de dejar pasar mas tiempo para solucionar el problema y que a pesar del difícil panorama, existen grupos interesados en que la situación de la contaminación ambiental mejore. Abordaremos el problema de la contaminación del suelo por los residuos sólidos municipales y residuos peligrosos.

En primer lugar y de acuerdo con la legislación ambiental vigente en la materia se definirá el marco legal y el concepto de contaminación del suelo, así como las fuentes de contaminación.

Legislación

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

CAPÍTULO I. Normas preliminares.

Artículo 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

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- I.-** El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;
- 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 acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;
- V.-** En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y
- VI.-** 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, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

CAPÍTULO II. Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos

ARTICULO 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable 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 ecosistemas;
- 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 acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;
- V.-** En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y
- VI.-** 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, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

ARTICULO 99.- Los criterios ecológicos para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán en:

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

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

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

CAPÍTULO IV. 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 prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

IV.- La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y

V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

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.- La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen; 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 prevenir o evitar:

I.- La contaminación del suelo;

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

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

III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y

IV.- Riesgos y problemas de salud.

ARTICULO 137.- Queda sujeto a la autorización de los Municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

La Secretaría expedirá las normas a que deberán sujetarse los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos municipales.

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, la Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.

ARTICULO 140.- La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

ARTICULO 141.- La Secretaría, en coordinación con las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Salud, expedirán normas oficiales mexicanas para la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos, cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos.

Asimismo, dichas Dependencias promoverán ante los organismos nacionales de normalización respectivos, la emisión de normas mexicanas en las materias a las que se refiere este precepto.

Normas Oficiales Mexicanas.

NOM-083 ECOL-1996.- Que establece las condiciones que deben de reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales. (D.O.F. 25 de noviembre).

NOM-AA-15-1985-MUESTREO- MÉTODO DE CUARTEO.

NOM-AA-16_____ DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.

NOM-AA-18-1984 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.

NOM-AA-18-1985 PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU".

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

NOM-AA-21-1985 DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA.

NOM-AA-22-1985 SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS.

NOM-AA-24-1984 DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL.

NOM-AA-25-1984 DETERMINACIÓN DEL pH MÉTODO POTENCIOMÉTRICO.

NOM-AA-33-1985 DETERMINACIÓN DEL PODER CALORÍFICO SUPERIOR.

NOM-AA-52-1985 PREPARACIÓN DE MUESTRAS EN LABORATORIO PARA ANÁLISIS.

NOM-AA-61-_____ GENERACIÓN.

NOM-AA-67-1985 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO.

NOM-AA-68-1986 DETERMINACIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE MATERIA ORGÁNICA.

NOM-AA-91-_____ TERMINOLOGÍA.

NOM-AA-92-1984 DETERMINACIÓN DE AZUFRE.

Suelo.

Los suelos son cuerpos naturales y dinámicos constituidos por varias capas que sostienen a las plantas y a otro tipo de organismos. El suelo proporciona nutrientes para las plantas en desarrollo, que a su vez constituyen el eslabón primario en la cadena alimenticia de los organismos.

El suelo al igual que el aire y el agua son elementos necesarios para la vida, los factores naturales como la erosión provocada por el viento y aunada a las actividades del hombre, han ocasionado la modificación de los suelos en sus características originales y pierdan de esta manera las propiedades que las hacen aptas para los cultivos.

Desgraciadamente a diario se vierten sobre los suelos grandes cantidades de aguas contaminadas con sustancias químicas provenientes de la utilización de fertilizantes y plaguicidas además de que los lixiviados de los tiraderos de basura a cielo abierto que proliferan sobre todo en las zonas suburbanas o que no cuentan con un sistema de recolección adecuada de residuos municipales, los basureros municipales que no tienen una adecuada infraestructura para el manejo y disposición final de estos residuos, los residuos peligrosos provenientes de la industria que son depositados o enterrados dentro de sus propios predios y que por factores naturales tales como la lluvia o las características propias de los suelos hacen que estas sustancias migren hacia el subsuelo ocasionando así la modificación de sus propiedades.

Los suelos son cuerpos naturales que se producen por la interacción del clima, la vegetación y la fauna con los materiales geológicos que se encuentran en la superficie terrestre. Cada suelo es distinto y se clasifica en distintas categorías dependiendo del contenido de humedad, mineralogía, tamaño de partículas, entre otros.

Los componentes del suelo incluyen constituyentes sólidos, líquidos gaseosos y de tipo biológico, lo cual lo convierte en un sustrato para la producción de alimentos, una reserva para el agua, un lugar para vivir y cuando se utiliza apropiadamente un filtro para los productos de desecho.

La fase sólida de la mayoría de los suelos está constituida principalmente por sustancias inorgánicas de diferente composición química. Algunas de ellas son mezclas de compuestos a las que se denominan rocas, cuya meteorización conduce a los minerales primarios y secundarios formadores de suelos.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Las rocas de donde se originan los suelos, se clasifican en tres grandes grupos: ígneas, sedimentarias y metamórficas, en la siguiente tabla podemos observar la contribución promedio de las principales rocas a la capa terrestre.

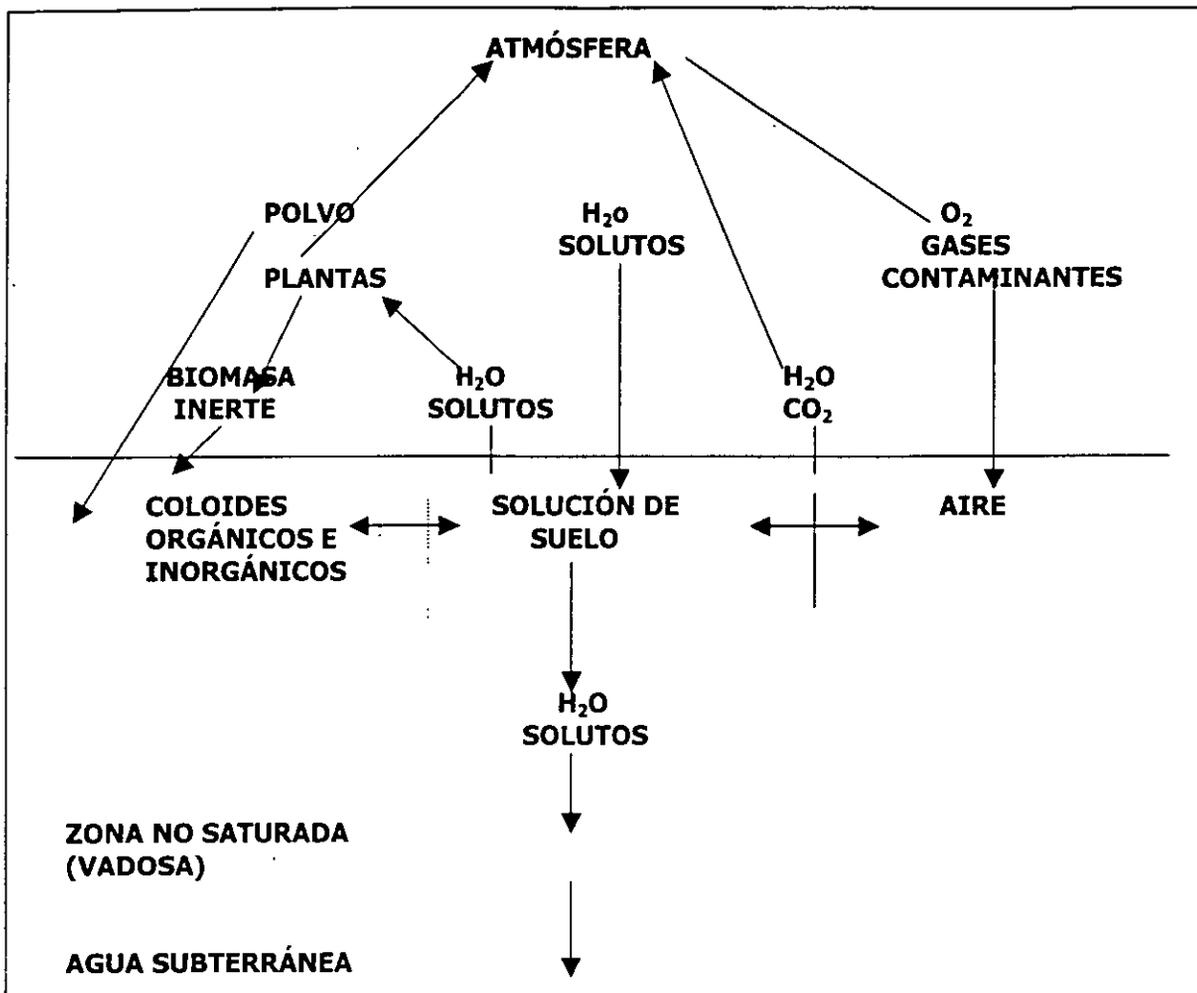
Tabla 1.1. Contribución promedio de las principales rocas a la capa terrestre

ROCAS	%/VOL.
Granitos	10.4
Gradioritas, Dioritas y Sienitas	11.6
Basaltos, Garbos y Magmatitas básicas	45.5
Arenas y Areniscas	1.7
Arcilla y Pizarras Arcillosas	4.2
Rocas de carbonatos	2.0
Gnesis	21.4
Pizarras cristalinas	5.1
Mármoles	0.9

ROMBO, A.B; YAROSHEVSKY, A.A. Chemical composition of Earth's crust, in Hart, P.J., de The Earth's and upper Mantle, USA, AM, Geophys. Union, 1969, pp. 37-57

El suelo es una mezcla de sólidos orgánicos e inorgánicos, aire, agua y microorganismos. Todas estas fases influyen entre sí; las reacciones de los sólidos afectan la calidad del aire y del agua, éstos desgastan los sólidos y los microorganismos actúan como catalizadores en muchas de estas reacciones. La parte de la química que estudia los suelos estudia todas estas reacciones aunque hace énfasis en la solución de suelo constituida por la fina película acuosa que rodea las partículas del suelo.

La solución de suelo, los sólidos y el aire del suelo interactúan con el resto del medio tal como se muestra esquemáticamente en la **Figura 1.1.**

Figura 1.1

El ciclo de masa se transfiere entre la atmósfera, biosfera, las tres fases del suelo, la zona insaturada (vadosa) y el agua subterránea. El área punteada indica la transición entre las partículas de suelo y la solución de suelo. (Tomado de Hinrich L .Bohn, Química del suelo. Edit. LIMUSA).

Los suelos son una fuente de polvo y reciben las partículas transportadas por el viento desde los terrenos modificados por el hombre y la naturaleza. En el ciclo del agua la lluvia que cae en los suelos lleva disueltas cantidades pequeñas, pero significativas, de solutos como NaCl, nitratos y amoníaco. Sin embargo, sólo se evapora el agua pura y los solutos permanecen en la solución no evaporada o en el suelo. La interacción de los gases con los suelos es menos evidente, pero es importante para mantener la composición del aire. Los suelos y las plantas también liberan gases, entre los cuales están H_2O y CO_2 como resultado de la descomposición orgánica N_2 y N_2O de las desnitrificación. El suelo ha modificado la química ambiental desde el origen de la tierra, y a su vez el medio ha modificado al suelo.

Las interacciones químicas de los suelos con la atmósfera y el agua percolada, aunque difíciles de percibir, determinan en gran medida la composición de la atmósfera del suelo y las aguas subterráneas. Estas reacciones son además, muy importantes para limpiar el aire, y el agua después de la contaminación natural y la percolada por el hombre.

La química de suelos se relaciona estrechamente con la química de los coloides (química superficial) la química, la fertilidad, la mineralogía, la microbiología o bioquímica de suelos.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Fertilidad. Considera al suelo como el medio propicio para el crecimiento de las plantas.

Mineralogía. Estudia la estructura química de la fase sólida.

Microbiología. Estudia las reacciones bioquímicas del suelo.

Estas subdivisiones son necesarias para estudiar al suelo completamente, pero en ocasiones no aclaran la interacción existente entre los componentes del suelo, las cuales son a menudo tan importantes como las propiedades de los componentes mismos.

Contaminación Del Suelo.

El concepto de contaminación del suelo y el agua, se entenderá como la modificación de las condiciones naturales debida a las actividades y acciones del hombre, los suelos cambian constantemente y estos cambios pueden ser vitales para la existencia de los seres vivos. Un suelo sano acepta y tolera la introducción de materiales, pero si se abusa de estos o resultan incompatibles esto da como resultado una reducción importante de los procesos naturales de los suelos.

Las aguas contaminadas con detergentes y compuestos químicos, la lluvia ácida, la aplicación de fertilizantes y pesticidas aunado al depósito de miles de toneladas de residuos sólidos, traen como consecuencia una gran cantidad de cambios en las propiedades de los suelos.

Un suelo se considera contaminado cuando sus propiedades físicas, químicas y biológicas han cambiado de tal forma que pierde parte o toda capacidad para cumplir las funciones de su estado natural.

Contaminación por plaguicidas

Desde que el hombre empezó a cultivar sus alimentos ha tenido que combatir al as plagas naturales, ya que estas compiten con el ser humano por los mismos medios de supervivencia incluidos los suministros alimenticios. Por lo que para ha tenido que hacer uso de compuestos químicos tóxicos que riega o distribuye por los campos de cultivo para eliminar insectos y roedores, siendo los plaguicidas los únicos contaminantes que el hombre esparce y que constituyen un fuerte problema de contaminación de suelos.

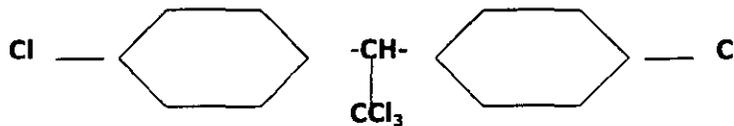
En la actualidad se utilizan más de 35,000 productos distintos de plaguicidas orgánicos los cuales dependiendo de su objetivo se clasifican en:

- *Insecticidas* que como su nombre lo indica son utilizados para la destrucción de insectos.
- *Funguicidas* utilizados para la destrucción de hongos y para prevención de enfermedades en las plantas.
- *Herbicidas* utilizados para eliminar la mala hierba y otras plantas indeseables.
- *Rodenticidas* utilizados para la eliminación de roedores.
- *Nematocidas* utilizados en eliminación de gusanos.
- *Moluscicidas* utilizados en la eliminación de caracoles.

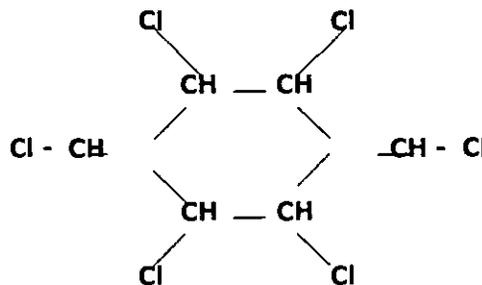
CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Por su composición química, los plaguicidas también se clasifican.

Hydrocarburos clorados. El *diclorodifeniltricloroetano* (DDT), de efecto tóxico para los pájaros y que ha sido prohibido en algunos países, fue sumamente utilizado en grandes cantidades y en la actualidad sigue siendo utilizado, el problema mas serio que ocasiona este compuesto es su resistencia a la oxidación y a la biodegradación pudiendo permanecer por este motivo hasta dos años en el ambiente, los compuestos afines son el *dieldrín* que es cinco veces mas tóxico que el DDT cuando se ingiere y cincuenta veces más tóxico cuando se absorbe por la piel. Otros son el *clordano*, el *lindano*, el *heptacloro*, los cuales a pesar de ser más tóxicos, pueden degradarse más fácilmente.



Diclorodifeniltricloroetano (DDT),



LINDANO

Clorofenoxiácidos utilizados como herbicidas, la actividad tóxica de los herbicidas con grupo fenoxi procede de la capacidad de los compuestos activos para limitar a las hormonas del crecimiento de los vegetales los de uso más común son el *2,4 D* (ácido 4,4 diclorofenoxiacético y el *2,4,5 T* (ácido 2,4,5 triclorofenoxiacético).

Organofosfatos. Son a menudo más tóxicos para el hombre que los hidrocarburos clorados, sin embargo se desactivan en el ambiente con rapidez, esta falta de persistencia los hace muy efectivos sólo en la zona inmediata a su aplicación. Los más utilizados son el *paratión*, *metilparatión*, *TEPP* (pirofosfato de tetraetilo) y *DDVP* (dimetil 2, 2 diclorovinilfosfato).

Carbamatos Son plaguicidas químicamente derivados del ácido carbámico por ejemplo el Baygón, Servín, Temik y Zactram, entre otros, su ventaja es que su actividad puede ser incrementada al adicionar pequeñas cantidades de otros compuestos como el *piperonyl*, ya que se provoca un efecto sinérgico.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Contaminación por Descarga de Aguas Residuales.

En muchos lugares del mundo se descargan sobre los suelos cantidades importantes de aguas residuales, que son utilizadas en gran parte para el riego de cultivos la descarga de esta agua sobre los suelos ocasiona que contaminantes como los detergentes presentes en esta agua modifiquen propiedades del suelo como la tensión superficial o la capacidad de intercambio iónico, entre otras provocando que los procesos naturales sean alterados. Las sustancias químicas y biológicas que se van acumulando en el suelo son absorbidas por las plantas y éstas son consumidas por el hombre pudiendo tener como consecuencia daños a la salud.

Acidificación del suelo.

La acidificación del suelo está definida como la capacidad que tiene el suelo para neutralizar ácidos. Los suelos pueden tener pHs entre 4, y 7.5, dependiendo de las características específicas de cada suelo. Los ácidos se forman en el suelo como resultado de diferentes procesos biológicos, uno de estos es el ácido carbónico el cual provoca un pequeño descenso en el pH. Los ciclos del nitrógeno y azufre y también contribuyen en la producción de inorgánicos.

Uno de los efectos químicos más importante que la contaminación del aire provoca en los suelos, principalmente por el efecto de la lluvia ácida, es la acidificación y la subsecuente solubilización de los metales tóxicos en lixiviados que lentamente van contaminando las diferentes capas hasta llegar a los mantos de agua subterráneas. Al realizarse este cambio iónico, los metales alcalinos como el calcio y el magnesio son desplazados provocando también la acidificación del suelo.

El efecto de los pesticidas se puede decir que la superficie (0-2cm) de suelo en área fumigada tiene un pH ácido de 2.7-3.3, debido a los altos contenidos de azufre.

Contaminación del suelo por metales.

La contaminación de suelo por metales puede ser ocasionada por la presencia natural en la zona de estos elementos, como el arsénico que se encuentra presente en el suelo de algunas regiones del norte del país, por el uso de plaguicidas con contenidos de arsénico, hierro, plomo, por el uso frecuente de fertilizantes que tienen pequeños contenidos de metales y por el depósito de partículas provenientes de procesos industriales, así como de las partículas emitidas por vehículos que utilizan en sus combustibles algún tipo de plomo.

Contaminación Del Suelo Por El Uso De Fertilizantes.

Las plantas requieren de nutrientes que son clasificados por conveniencia como *micronutrientes* y son los que se consumen por cultivos en menos de 1 kg/año entre los que se incluyen el manganeso, cobre, cinc, hierro, molibdeno y boro y en *macronutrientes*, que son el nitrógeno, fósforo, azufre calcio, magnesio y potasio.

Un suelo natural que es fértil contiene todos los nutrientes esenciales, en cantidades muy variables, dependiendo del tipo de suelo, clima, lugar, entre otros. Pero para mejorar la fertilidad en los suelos y aumentar las cosechas, se ha agregado a los suelos grandes cantidades de fertilizantes, que contienen principalmente grandes cantidades de nitrógeno en forma de amonio y nitratos, fósforo y otros nutrientes. La adición continua de estos nutrientes artificiales ocasiona que las propiedades del suelo varíen, originando así una contaminación por nitrógeno en forma de nitratos, que al combinarse con agua pueden acidificar el suelo al formar ácido nítrico, para evitarlo es necesario realizar una rotación de cultivos y

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

analizar los suelos para aplicar los fertilizantes más adecuados, así como evitar la acumulación de algunas sustancias que pudieran estar presentes en pequeñas cantidades. Como ejemplo podemos mencionar el caso de los fosfatos que provienen de la roca fosfórica que usualmente contienen pequeñas cantidades de metales como el cadmio.

Contaminación Del Suelo Por Residuos Sólidos.

En todas partes del mundo se tiran miles de toneladas de basura de tipo municipal e industrial en el suelo esto constituye la fuente más importante de contaminación de los mismos, ya que se introduce por este medio una gran cantidad de metales, sustancias químicas tóxicas o no, residuos de tipo biológico, entre otros, estos residuos son diseminados en forma indiscriminada provocan que cientos de hectáreas sean inutilizadas para el cultivo principalmente.

El manejo integral de residuos sólidos tiene gran relevancia por lo que este tema se desarrolla en otro módulo.

Efectos En La Salud Por Contaminación Del Suelo.

La ingestión de alimentos contaminados se efectúa a través de la cadena alimenticia o por el consumo de frutas y vegetales que han acumulado contaminantes directamente del suelo. Entre los efectos tóxicos que pueden ocasionar los contaminantes podemos poner como ejemplo el DDT el cual puede ocasionar cáncer, cirrosis e infertilidad, también se han detectado problemas teratogénicos en animales cuando se utilizan herbicidas, se ha detectado que en las frutas y vegetales que consume el hombre puede haber restos de plaguicidas que en ciertas cantidades ocasionan enfermedades nerviosas y cáncer. Asimismo el personal que trabaja tanto en la elaboración como en la aplicación de plaguicidas deben de protegerse para evitar la intoxicación por el contacto con estos compuestos. Existen numerosos casos de obreros y campesinos intoxicados por éstos.

Marco legal

Como ya se ha visto la legislación de contaminación de suelos queda establecida en la LEGEEPA en su capítulo III, título IV, artículos 134-142, referentes a la prevención y contaminación del suelo menciona entre otras cosas que los residuos sólidos deben de ser controlados ya que son los que constituyen la principal fuente de contaminación del suelo, por lo que es importante controlar desde la generación, recolección, manejo y disposición final de los residuos sólidos tanto municipales como industriales, así como incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje. En el artículo 143 del mismo título se menciona que los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas quedarán sujetos a las normas oficiales mexicanas y en el artículo 145 se establece que no podrán importarse fertilizantes y plaguicidas cuando su uso no esté permitido en su país de origen.

Control de la contaminación del suelo.

El primer criterio que se debe de tomar en cuenta para controlar la contaminación de los suelos es el evitar verter sobre ellos las sustancias que modifiquen sus propiedades originales, como es el caso de la descarga de aguas residuales, residuos sólidos, peligrosos o no peligrosos, detergentes, plaguicidas, y otros que desgraciadamente no ha sido posible controlarlos.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Control de la contaminación por sustancias vertidas en el suelo.

En el suelo se llevan a cabo *reacciones químicas, reacciones de fotodescomposición y reacciones metabólicas de microorganismos*, que pueden degradar a los compuestos a sustancias menos tóxicas, para que se lleven a cabo estas reacciones va a depender de las propiedades de los compuestos químicos, por ello una de las formas de reducir los niveles de pesticidas en el ambiente es modificando las fórmulas de los compuestos a otros menos persistentes y fácilmente degradables. De tal manera es importante verificar que los fertilizantes y mejoradores del suelo no perjudiquen a la larga las propiedades que hacen productivas a la tierra de cultivo.

Actualmente se han desarrollado alternativas tales como la introducción de hongos y bacterias en forma que ocasionen enfermedades en los insectos o en las hierbas indeseables, o el de esterilizar insectos por radiación e introducirlos en zonas en donde se encuentra la plaga, de manera que al competir con machos fértiles se va disminuyendo la población.

Otra alternativa es buscar reducir la cantidad de fertilizantes y pesticidas en los suelos, estos pueden ser entre otros controles biológicos como son el uso de insectos predadores o patógenos que eliminen las plagas, rotación de cultivos, especies genéticas más resistentes a las plagas, uso de feromonas para la atracción de insectos y en general y sobre todas las cosas un mejoramiento en la cultura ambiental para un control integral.

En lo que se refiere a la disposición de los residuos sólidos municipales se tiene la alternativa de colocarlos en rellenos sanitarios o confinamientos controlados evitando así de esta forma contaminar el suelo, subsuelo y mantos freáticos, por lo que también al verter aguas residuales esto sólo podrá realizarse cuando hayan sido tratadas y debiendo de comprobarse que el suelo en donde se verterán tiene la capacidad de degradar las sustancias contenidas en las mismas, así como evitar las prácticas desleales de verter las aguas residuales provenientes de la industria.

Remediación de suelos.

Este término es utilizado para denominar a los procesos empleados para el tratamiento de suelos contaminados, se realizan investigaciones sobre este tipo de procesos y en fechas recientes existen una gran cantidad de técnicas mismas que se tratarán a profundidad en otro módulo, pero lo que podemos comentar al respecto es que muchas de estas técnicas se aplican y muchas otras están siendo probadas a nivel piloto.

El tipo de suelo nos va a determinar qué tipo de remediación pueden ser utilizados. En primer lugar los suelos contaminados son sistemas que constan de cuatro fases que son las siguientes:

- a) Sólida (conteniendo compuestos orgánicos e inorgánicos).
- b) Acuosa.
- c) Gaseosa.
- d) Oleosa (fracción líquida no acuosa).

La distribución de los contaminantes y el potencial de transferencia de los mismos entre las distintas fases, se ve afectado por la relativa afinidad de los constituyentes de los desechos de cada fase y puede ser calculado a través de los coeficientes de partición, asimismo en el suelo se realiza un transporte de los contaminantes principalmente de los líquidos o lixiviados y de los que encuentran en la fase gaseosa, por lo que es necesario utilizar en muchos casos técnicas de inmovilización para retardar el avance de los contaminantes a zonas no contaminadas.

Cada fase del sistema del suelo puede ser lugar para la realización de reacciones químicas o biológicas

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

que degradan o destruyen los contaminantes originales, por lo que es importante caracterizar los diferentes tipos de reacciones que pueden llevarse a cabo para evaluar la capacidad asimilativa del sitio para cada contaminante.

Caracterización.

A continuación se hace una breve descripción de la caracterización del sitio de suelos contaminados ya que este tema se desarrolla más ampliamente en otro módulo.

Se realiza una caracterización del suelo y de cada una de las fases presentes para seleccionar la técnica de remediación más indicada para un suelo contaminado. El tipo de caracterización depende muchas veces del tipo de técnicas que se pretende utilizar, ya sean fisicoquímicas o biológicas, por ejemplo en la **Tabla 1.2** siguiente se presentan algunos parámetros que en general deben de ser evaluados para la aplicación de las técnicas de remediación de suelos.

Tabla.1.2 Parámetros a evaluar para la selección de técnicas de remediación.

Tipo de parámetro	Propósito
Físico: Temperatura, pH, humedad, densidad, tipo de suelo, distribución de tamaño de las partículas, permeabilidad del suelo, conductividad, entre otros.	Determinar la tratabilidad del material, el potencial de reducción de volumen, características de asimilación y área de contacto del suelo, movilidad de lixiviados y gases, entre otros.
Químico: Alcalinidad, acidez, carbono orgánico total, potencial redox, contenido de metales, contenido de compuestos orgánicos presentes de contaminantes como dioxina, radionúclidos, asbestos, fenoles, capacidad de intercambio iónico, compuestos aromáticos, cianuros, entre otros.	Determinar la necesidad del pretratamiento, determinar los procedimientos especiales de manejo de sitio, determinar el grado y tipo de contaminación, determinar los requerimientos de tratamientos, determinar la presencia de materia oxidable, determinar las potenciales interferencias químicas.
Biológicas: Pruebas de incubación del suelo, caracterización de microorganismos, pruebas de toxicidad microbiana.	Determinar la viabilidad de población microbológica en la zona, determinar la actividad biológica, determinar potenciales de biodegradación, determinar los requerimientos de nutrientes.

Se obtiene la información correspondiente a la caracterización del sitio y los contaminantes, para evaluar el transporte y el comportamiento y degradación de cada químico presente, específicamente debe de evaluarse la velocidad de transporte en comparación con la velocidad de degradación. En esta evaluación, los contaminantes se les debe de dar prioridad individual acuerdo a:

- a) Magnitud y velocidad de transporte.
- b) Persistencia.
- c) Patrones de migración del sitio.

Esta información puede ser tratada con modelos matemáticos que ayuden a la evaluación y posible solución del problema por ejemplo el modelo RITZ (Regulatory and Investigative Treatment Zone Model) que es utilizado para describir el comportamiento de los contaminantes orgánicos en un suelo contaminado.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Se evalúan también los requerimientos de contención de gases o lixiviados, por ejemplo en ocasiones se utilizan domos para evitar el escape de gases volátiles contaminantes, asimismo si se considera necesario evitar la migración de lixiviados, habrá que implementar un sistema de inmovilización, de captación o aislamiento de los mismos. Con base en la evaluación se proponen distintos tratamientos que pueden ser utilizados en la solución de problema, se realizan también estudios de tratabilidad y posteriormente estos tratamientos son comparados en lo que se refiere a factores técnicos, evaluación del grado de remediación que puede ser alcanzada, el tiempo y el costo requerido.

Técnicas de remediación de suelos contaminados.

Para resolver este grave problema de contaminación de suelos se han propuesto y probado una gran cantidad de técnicas para la remediación de suelos contaminados, las cuales se han clasificado de acuerdo al lugar en donde se aplican:

- *In situ.*
- Camas preparadas.
- Tanques reactores.

Una vez que se ha seleccionado la técnica más adecuada y se pasa a la implementación de la misma, es muy importante realizar un programa de monitoreo en la zona para evaluar el impacto de la remediación así como identificar algún peligro potencial por la presencia de contaminantes no eliminados. En la **Tabla 1.3** se enlistan algunas de las técnicas de remediación de suelos.

Tabla 1.3. Técnicas de remediación de suelos.

TIPO DE TRATAMIENTO	CLASIFICACIÓN	FUNCIÓN	POSIBLE APLICACIÓN
<i>Fisicoquímico</i>			
Lavado de suelos	En tanque	Separación, Reducir vol.	Contaminantes orgánicos e inorgánicos específicos
Inyección de suelos	In situ	Separación, Reducir vol.	Contaminantes orgánicos e inorgánicos específicos
Extracción al vacío	In situ	Separación	Orgánicos volátiles y metales no tóxicos
	Cama o tanque		
Neutralización	Cama, tanque	Destoxificación Inmovilización	Desechos ácidos o básicos Reduce corrosión
Radiofrecuencia	In situ	Separación	Compuestos volátiles y de baja solubilidad
Disminuir temperatura	En reactor	Separación	Compuestos volátiles y de baja solubilidad
Oxidación	In situ Cama o tanque	Destoxificación	Cianuros y orgánicos oxidables

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

<i>Fotólisis</i>	Camas	Destoxificación	Dioxina y residuos oxidables
Precipitación	In situ Cama o tanque	Separación inmovilización	Metales y algunos aniones
Reducción	In situ Cama o tanque	Destoxificación	Cromo, plata, mercurio
Absorción con carbón	In situ Cama o tanque	Separación inmovilización	Residuos orgánicos, residuos con alto peso molecular y punto de ebullición
<i>Térmico</i> Cama fluidizada	En tanque	Reducir vol. Destoxificación	Orgánicos halogenados y no halogenados, cianuros
Infrarrojo	En tanque	Reducir vol. Destoxificación	Orgánicos halogenados y no halogenados, cianuros
Pirólisis	En tanque	Reducir vol. Destoxificación	Residuos con residuos recuperables

Fuente: Sims, R. Soil remediation Techniques at Uncontrolled, Hazardous Waste sites, 1990.

Descripción de suelo.

Suelo y Agua Subterránea.

La capa que cubre la superficie de la tierra, llamada suelo, es un material poroso de muy diversas propiedades físicas, químicas y biológicas de acuerdo con los elementos que actúan sobre de él (lluvia, viento, entre otros). Su fase sólida se compone de productos inorgánicos derivados del fracturamiento de las rocas o material transportado y de productos orgánicos de la flora y la fauna.

Sí los productos del fracturamiento de las rocas se encuentran en el sitio en que fueron generados, se tienen suelos residuales.

Sí los productos son movidos por la lluvia, el viento, entre otros se tienen suelos transportados.

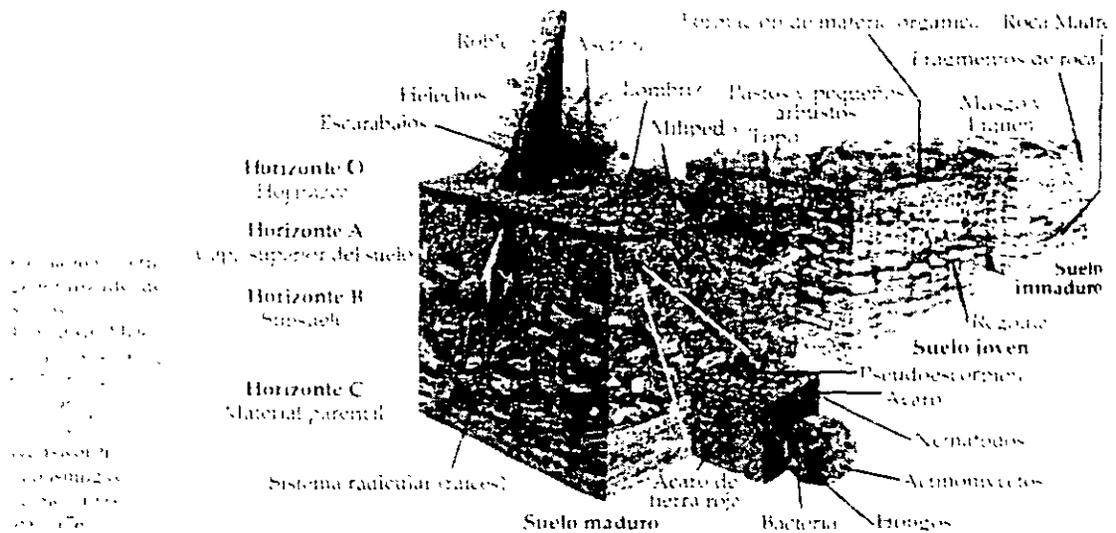
La Importancia del Suelo.

La importancia radica en la utilización que se hace de él para cubrir las necesidades básicas del hombre.

Las grandes y fértiles zonas agrícolas para la producción de alimentos se asocian a suelos de ciertas características.

La preservación de bosques, selvas y praderas, se deberá al control de la erosión de los suelos, en la **Figura 1.2** se puede observar la formación y perfil generalizado de los suelos. (Tema Suelo de Recursos Naturales de este mismo módulo).

Figura 1.2



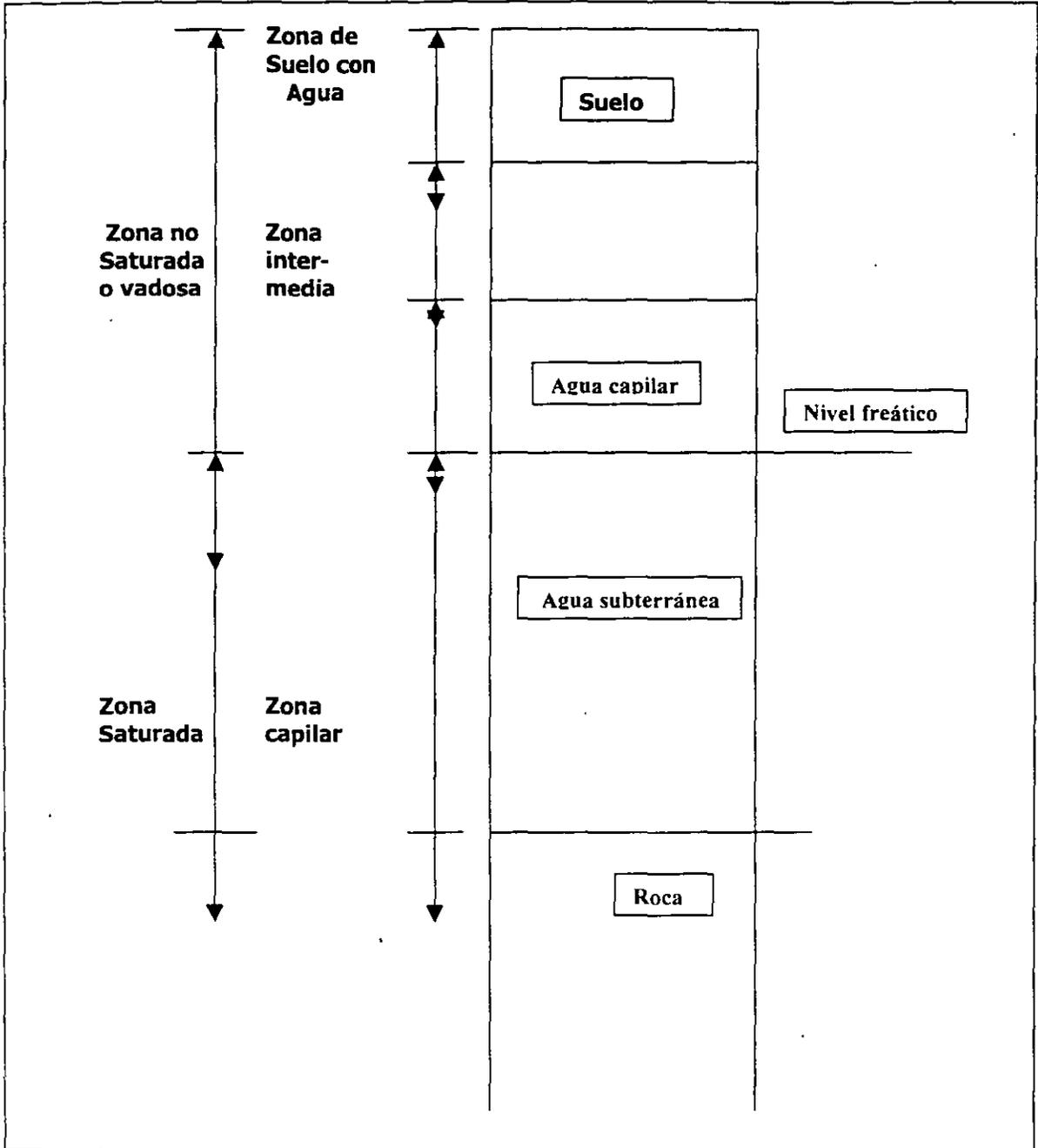
El suelo es el conducto de recarga natural de los acuíferos.

Por otra parte el agua subterránea es la mayor fuente natural de abastecimiento y se define como la porción de agua subsuperficial que está a mayor presión que la atmosférica y que mantiene completamente saturadas las formaciones geológicas.

A fin de utilizar el agua subterránea como fuente de abastecimiento, las formaciones deben tener ciertas propiedades de permeabilidad para transmitirla; a esta formación se les llama acuíferos.

El suelo consta de dos zonas hidrogeológicas: la zona vadosa o no saturada y la zona saturada, como se muestra en la **Figura 1.3:**

Figura 1.3 Zona saturada y no saturada



La primera incluye la capa capilar, la zona vadosa y la zona de suelo; la capa capilar consta del agua que se encuentra arriba del nivel freático y se considera como agua no recuperable la zona saturada es la que se encuentra abajo del nivel freático, definido como el nivel de agua en que la presión del fluido en los poros del suelo es exactamente la atmosférica.

Existen dos grandes tipos de acuíferos: confinados y no confinados. Los primeros, también llamados artesianos, se encuentran entre dos capas de materiales relativamente impermeables llamados acuitardos

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

en estos casos, el agua se encuentra a mayor presión que la atmosférica. Los segundos son los que tienen como frontera superior al nivel freático.

Es posible que existan suelos que de manera natural contengan altas concentraciones de algunos elementos y que por ello sean inadecuados para el cultivo, o cuya agua subterránea sea apta para la explotación, aunque esto no indica que exista contaminación.

Como se ha mencionado anteriormente la contaminación de un suelo puede ser caracterizada por un cierto número de fenómenos, si uno de ellos ocurre, se puede decir que el suelo ha sido contaminado, estos son:

- Alteración desfavorable por cualquier causa del potencial del suelo para el crecimiento de plantas y por consecuencia para la alimentación de animales y el hombre.
- La presencia de ciertos elementos químicos; en cantidades excesivas como son sales minerales (Na y K), fertilizantes (N y P) o metales pesados (arsénico, cadmio, cromo, plomo, mercurio y zinc) y presencia excesiva de plaguicidas.
- Erosión de la capa arable y de partículas del suelo; acumulación de partículas del suelo en ríos o lagos.
- Alteración de propiedades mecánicas del suelo, tales como su capacidad de intercambio catiónico, tasa de infiltración y aireación etc.

Fuentes de Contaminación del Suelo y el Agua.

Las fuentes de contaminación del suelo y del acuífero se clasifican en (adaptado de Canter et, M., 1987):

1. Descarga de sustancias
 - Percolación subsuperficial: fosas sépticas, cisternas
 - Pozos de inyección
 - Aplicación al terreno: riego por aspersión, lodos de desecho, descargas industriales al suelo, entre otros.
2. Almacenamiento, tratamiento y/o disposición de sustancias.
 - Rellenos sanitarios, con la consecuente infiltración de lixiviados,
 - Depósito de desechos: presas de jales,
 - Depósitos de desechos en pilas: contenedores, tanques de almacenamiento enterrados,
 - Sitios de incineración;
 - Depósitos de desechos radiactivos sitios de disposición de desechos de plantas nucleares.
3. Fuentes diseñadas para retener sustancias durante su transporte o transmisión.
 - Tuberías con desechos: transporte de desechos líquidos industriales, aguas residuales municipales,
 - Transporte de materiales: bandas transportadoras de desechos industriales.
4. Descarga de sustancias como consecuencia de otras actividades
 - Irrigación con agua tratada o cruda,
 - Aplicación de plaguicidas y fertilizantes,
 - Operaciones para alimentar ganado,
 - Esguimiento Urbano,

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

- Percolación de contaminantes atmosféricos;
 - Infiltración en zonas mineras.
5. Inducción de descargas a través de patrones de flujo alterado.
- Producción de pozos.- de petróleo y de gas, geotérmicos, de monitoreo y de explotación.
 - Excavaciones.
6. Fuentes naturales cuya descarga se incrementó por actividades humanas
- Lixiviación del agua de escurrimientos naturales
 - Intrusión salina.

Transporte y comportamiento de los contaminantes,

La forma en que se transportan los diversos tipos de contaminantes y su comportamiento en los distintos tipos de suelos y acuíferos depende de muy diversas características y relaciones físicas, químicas y biológicas. Los principales procesos de transporte que ocurren en el subsuelo son (Iturbe, Kruickshank, Silva, 1989):

Hidrodinámicos de advección y de dispersión

- Abióticos- adsorción - desorción, intercambio iónico, complejación, hidrólisis, reacciones de solución - precipitación, reacciones ácido - base, reacciones de óxido - reducción.
- Biótico: la degradación biológica de contaminantes orgánicos ocurre tanto en la zona no saturada como en la saturada. Por lo general, esta degradación es benéfica en cuanto al agua subterránea, ya que decrecen las concentraciones de ciertos contaminantes que son degradados por diversos tipos de bacterias.

Los contaminantes del suelo y del agua subterránea se pueden separar por su tipo en, microorganismos patógenos, compuestos inorgánicos y compuestos orgánicos sintéticos.

Distintos Métodos De Muestreo De Suelos Contaminados

La caracterización de suelos, ya sea en el diseño de nuevas instalaciones o la determinación de eventuales episodios, se ha convertido en un requisito indispensable. Revisemos algunos sistemas:

Métodos de muestreo

a) Solutos en la zona de saturación.

Toma de muestras de agua. La toma de muestras de agua es frecuente en el caso de solutos en la zona de saturación, tanto para determinar la extensión de la contaminación como para comprobar el éxito de las medidas de recuperación aplicadas.

Diferentes métodos son de uso frecuente en este tipo de casos; por ejemplo, el uso de series de piezómetros, que permiten tanto la toma de muestras de agua como la determinación de las curvas piezométricas. En otros casos se realiza una perforación única en la cual se efectúan tomas de muestras a distintos niveles.

El principal inconveniente asociado con la toma de muestras de agua radica en que a pesar de que se obtiene una idea muy precisa de la extensión de la contaminación en el agua, los resultados obtenidos están muy influidos por las limitaciones derivadas de los mecanismos de transferencia de masa, especialmente en el caso de mezclas de multicomponentes.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Respecto al concreto de los NAPL (líquidos con fase no acuosa), la velocidad de disolución de un componente está influida tanto por su propia solubilidad como por la concentración de los otros componentes de la mezcla. Así, en el caso de los NAPL multicomponentes, la solubilidad de cada componente de la mezcla es muy inferior a la de cada uno de ellos por separado. Por lo tanto, la medición de una baja concentración en el agua de un componente puede dejarnos en la duda de si efectivamente existe una fase separada de NAPL o, por el contrario, se trata simplemente de un caso de baja presencia de contaminante.

b) Líquidos con fase no acuosa en la zona de saturación.

Como se ha comentado en el apartado anterior, la determinación de la existencia de una fase no acuosa de contaminante presenta especial dificultad.

En caso de que se haya podido determinar previamente la existencia de dicha fase no acuosa, es frecuente la realización de perforaciones para la localización exacta de la misma. En el caso de NAPL más densos que el agua (DNAPL), esta técnica presenta el inconveniente de permitir la propagación del contaminante a zonas del suelo más profundas a través del propio pozo de sondeo si éste se ha hecho demasiado profundo y atraviesa una capa impermeable.

En el caso de LNAPL (NAPL más ligeros que el agua), se detecta con este tipo de sondeos una fase separada de contaminante en la superficie del agua. El espesor de contaminante detectado es generalmente superior al real, por lo que no es indicativo de la cantidad de contaminante, pero sirve para confirmar la existencia del mismo.

Es evidente que el éxito de este tipo de sondeos está sujeto al acierto o no de perforar en el lugar donde se encuentra la fase no acuosa. En caso de no ser así y no detectarse una fase separada tampoco garantiza que no pueda existir en otro lugar.

c) Toma de muestras de suelo.

En determinadas situaciones se procede a tomar muestras directamente del suelo, a distintas profundidades, lo que da una idea del nivel de contaminación en distintos puntos del terreno y su grado de partición entre las fases sólida y líquida.

Este método resulta excesivamente caro en la mayoría de casos y es recomendable una vez que se tenga una idea precisa de la zona a estudiar de tal forma que se maximice el valor de la información obtenida con el muestreo.

d) Muestreo de gases.

Esta técnica permite la localización de la pluma de contaminación en la zona no saturada; llega a proporcionar información también sobre la zona saturada.

Las técnicas de muestreo utilizadas en el control de gases del suelo se dividen normalmente en dos categorías: muestreo activo y muestreo pasivo. El activo tiene el inconveniente de modificar las concentraciones locales de volátiles al bombear a través de una sonda hueca. La concentración de estos contaminantes puede variar considerablemente con la profundidad en función del contenido de agua en el suelo, la porosidad, la profundidad del nivel freático y las características del compuesto, como la volatilidad y la solubilidad. El muestreo activo no permite el equilibrio, de modo que las concentraciones de los contaminantes recogidos pueden ser derivadas hacia los productos más volátiles.

Las técnicas de muestreo pasivo permiten recoger tomas del suelo o aguas contaminadas sin alterar sus condiciones. El muestreo pasivo permite el equilibrio entre los vapores del suelo y el adsorbente, y de

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

esta forma evita las fluctuaciones de concentración producidas por cambios en las condiciones ambientales, como variaciones en la presión atmosférica temperatura, humedad y posibles interacciones de diferentes contaminantes.

Si bien los inconvenientes son parecidos a los comentados para la toma de muestras de agua, es decir, los derivados de las limitaciones del proceso de transferencia de masa (por ejemplo, la existencia de heterogeneidades en el suelo o de difusividades diferentes para distintos compuestos) la principal ventaja es la posibilidad de realizar muestreos en un mayor número de puntos y con mayor rapidez.

Adicionalmente, con el método de captación pasiva de gases del suelo se obtiene un resultado integrado a lo largo del tiempo de las emisiones de compuestos volátiles, lo que permite minimizar la influencia que hayan podido tener en el proceso factores externos como la temperatura.

Por estos motivos la técnica de captación pasiva de gases se ha tornado muy útil en estudios de reconocimiento de un suelo, de tal forma que se pueden obtener fácilmente mapas con los niveles de contaminación de un determinado lugar, lo que permite averiguar con rapidez las zonas donde es interesante llevar a cabo nuevos muestreos, pero esta vez con métodos cuantitativos de determinación de niveles de contaminación.

e) Otros métodos.

Aparte de los métodos comentados, que se basan en el análisis de una muestra tomada del terreno (sea aire, agua o suelo), existen los métodos geofísicos, que también se pueden usar para la delimitación de una pluma de contaminación, y que se basan en la medición de las propiedades eléctricas del terreno (resistividad, conductividad), electromagnéticas o sísmicas. Estos métodos, por lo general, no ofrecen suficiente garantía por sí solos, por lo que deben ir acompañados igualmente de métodos de toma de muestras.

Tecnología Patrex de Captación Pasiva de Gases del Suelo

A continuación y de manera informativa se describe un método de captación de gases del suelo.

La tecnología Petrex de captación pasiva de gases utiliza unos "tomamuestras" de gases del suelo, que consisten en dos o tres elementos de adsorción con carbón activo (colectores) en un tubo de vidrio sellado en una atmósfera inerte. El colector es un alambre metálico de características ferromagnéticas específicas en cuyo extremo se adhiere una cierta cantidad de carbón activo.

La extracción de la muestra de gases del suelo se lleva a cabo abriendo el "tomamuestras" y exponiendo el colector al gas del subsuelo en la base de un agujero poco profundo.

La difusión libre de los gases a través de la abertura del tubo del "tomamuestras" permite la extracción de esta muestra. Después de un tiempo determinado, se retira el "tomamuestras", se sella y se analiza en un laboratorio especializado.

Un alambre colector de cada "tomamuestras" se analiza mediante espectrometría de masas por desorción térmica (TD-MS), de donde se obtiene un archivo numérico de la abundancia relativa de los compuestos químicos recogidos en cada muestra según su peso molecular. Esta información se representa gráficamente como un espectro de masas.

Adicionalmente, los datos de un compuesto particular o clases de compuestos se representan en referencia a cada punto de muestreo en un plano del emplazamiento. El segundo alambre colector puede ser analizado mediante cromatografía de masas combinada con espectrometría de masas por desorción térmica (TD-GCIMS) para confirmar los compuestos identificados. El tercer alambre colector se utiliza en

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

la calibración de los instrumentos de análisis y la determinación de su sensibilidad previamente a los análisis.

Los compuestos se identifican por comparación con espectros estándar de referencia en el mismo instrumento. La respuesta (corriente de iones) del pico (o picos) indicador adecuado para cada compuesto o grupo de compuestos se representa gráficamente en un mapa de isoplejas mediante diversos métodos estadísticos.

Entre las ventajas adicionales de este sistema se encuentra el hecho de que los "tomamuestras" se instalan a poca profundidad (30 a 50 cm), con lo que su colocación puede hacerla una sola persona y sin la ayuda de equipos complejos. Los "tomamuestras" se pueden instalaron cualquier tipo de terreno, incluyendo roca o cemento, o condición atmosférica.

Con esta tecnología se pueden llegar a detectar compuestos volátiles con concentraciones en aguas subterráneas del orden de 5-10ppb, y la posibilidad de adsorber diferentes compuestos volátiles a la vez permite la identificación de plumas de contaminación de varios compuestos, pudiendo seguir la evolución tanto de uno de ellos por separado como del conjunto.

Por todo lo expuesto, el sistema Petrex determina el tipo de compuestos volátiles y semivolátiles presentes en el suelo, y da idea precisa de la localización de las fuentes de contaminación y de sus zonas de influencia.

Actualmente se utilizan diferentes métodos complementarios para la detección de contaminantes en el suelo mediante muestreo.

La toma de muestras de agua es especialmente recomendada si lo que se persigue es la cuantificación de los contaminantes presentes en las aguas subterráneas, así como el alcance de los contaminantes en la zona saturada.

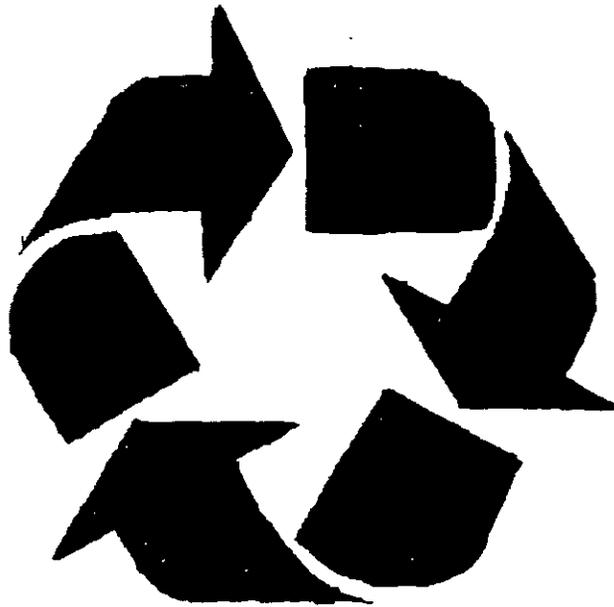
En caso de conocerse la existencia de una fase no acuosa de contaminante, existe la posibilidad de realizar una perforación en el punto donde se encuentra, de tal forma que se pueda determinar la magnitud de la contaminación.

Si se sospecha que el producto contaminante es volátil, la forma más eficaz de determinar la extensión de la contaminación en la zona no saturada y el tipo de productos que la componen, es la captación de gases del suelo.

En concreto, la captación pasiva de gases permite recoger de muestras sin alterar las condiciones del subsuelo.

En este sentido, la utilización de los "tomamuestras" Petrex permite el muestreo de forma económica de una amplia zona de terreno, así como la detección de compuestos volátiles y semivolátiles, de tal forma que permite delimitar con facilidad, tanto los focos como las plumas de contaminantes.

Uso de las 3 R' para lograr un mundo sin basura



En la actualidad se le está dando gran relevancia al uso de las 3 R's, para lograr un país sin basura que aquí describiremos brevemente, ya que para lograr un manejo integral de residuos sólidos se ha desarrollado un tema que incluye la construcción de un relleno sanitario y observaremos algunos ejemplos del mismo, por lo que sólo haremos un enfoque general de este tema.

El manejo integral de los residuos sólidos es una combinación de métodos de recolección y procesamiento para obtener beneficios ambientales.

- Reducir,
 - Reusar,
 - Reciclar.
 - Con tratamientos biológicos o Térmicos con :
Compostaje , incineración con recuperación de energía y
Disposición final óptima.
 - Reducir:
 - Consumir lo necesario.
 - Examinar hábitos de compra. Adquirir productos con poco o sin empaque.
 - Productos a granel. O menor cantidad de empaque por producto.
 - Reusar.
 - Darle otro uso a los empaque u objetos que adquirimos, alargando su vida útil.
 - Evitar producir desechos.
 - Reciclar.
 - Proceso para recuperar los materiales de los que fueron hechos los objetos desechados. Reduce la generación de desechos.
 - Reduce los espacios destinados a los basureros o rellenos sanitarios

Con todos los conceptos anteriores podemos lograr una muy importante:

- Reducción de explotación de Recursos naturales que conlleva:
 - Ahorro de energía

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR RESIDUOS SÓLIDOS.

Ahorro de agua
Ahorro de combustibles
Reducción del impacto ambiental
Reducción de tiraderos a cielo abierto y de rellenos sanitarios



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

**TALLER DE MANEJO
DE REUNIONES
EFECTIVAS**

Del 25 al 29 de Noviembre del 2002

APUNTES GENERALES

CI - 457

Instructor: Lic. Sergio A. Bastar Guzmán
SECRETARÍA DE SALUD
NOVIEMBRE DEL 2002

CURSO-TALLER

MANEJO EFECTIVO DE REUNIONES

OBJETIVO GENERAL:

Habilitar a los participantes en el manejo y control adecuado de la dinámica del grupo para la realización de reuniones efectivas y productivas de trabajo.

CONTENIDO TEMÁTICO:

1.-INTRODUCCIÓN:

- 1.1.- Factores que determinan la efectividad de una reunión.
- 1.2.- Tipos de Reuniones.
- 1.3.- Administración de Reuniones.

2.- ADMINISTRANDO REUNIONES:

- 2.1.- Antes de la Reunión.
- 2.2.- Durante la Reunión.
- 2.3.- Después de la Reunión.

3.- ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y TOMA DE DECISIONES EN GRUPO:

- 3.1.- Factores que facilitan la Toma de Decisiones.
- 3.2.- Formas y Métodos de Tomar Decisiones.
- 3.3.- Predisposiciones indivisuales.
- 3.4.- Fórmula de Decisiones Efectivas.
- 3.5.- Métodos de Decisión en Grupo.

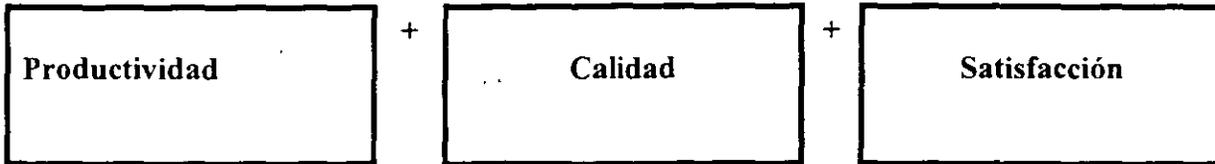
4.- HABILIDADES INTERPERSONALES:

- 4.1.- Papeles que interfieren.
- 4.2.- Papeles que favorecen la tarea del Grupo.
- 4.3.- Papeles que favorecen el clima del Grupo.
- 4.4.- Escucha activa.

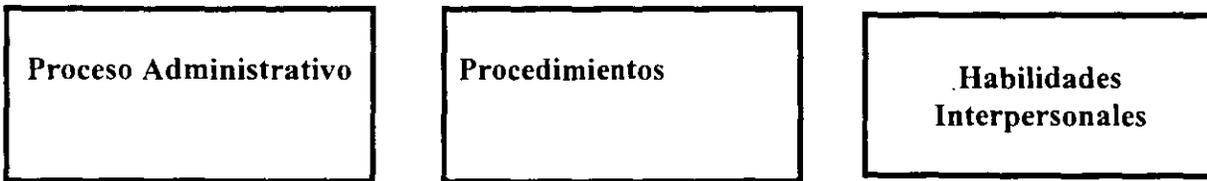
1.- INTRODUCCIÓN

1.- FACTORES QUE DETERMINAN LA EFECTIVIDAD DE UNA REUNIÓN:

Efectividad es la suma de:



Factores Clave:



1.2.- TIPOS DE REUNIONES

De acuerdo a su objetivo, las reuniones pueden ser:

1. **Informativas**
Dar y/o recibir información
Influir en los demás
2. **Para solución de Problemas**
. Analizar Situaciones
. Analizar Problemas
. Tomar decisiones
. Elaborar planes de acción
3. **Generales**
Involucran varios puntos de las anteriores

1.3.- ADMINISTRACIÓN DE REUNIONES:

Planeación
Organización
Dirección
Control

2.- ADMINISTRANDO REUNIONES:

.1.- ANTES DE LA REUNIÓN:

2.1.1.- DIRIGENTES:

ACTIVIDADES:

1. Definir claramente el objetivo que se desea alcanzar.
2. Calcular el costo de la reunión
3. Explorar si existen otras alternativas para la consecución del objetivo
4. Definir claramente el objetivo de la reunión, antes de convocarla
5. Decidir quien debe participar
6. Seleccionar el momento apropiado para llevar a cabo la reunión
7. Seleccionar el lugar adecuado
8. Preparar la agenda. Fijar límite de tiempo para la reunión y para la agenda. Adjudicando a cada punto de la agenda un tiempo proporcional a su importancia.
9. Distribuir anticipadamente la agenda
10. Preparar los materiales y equipos necesarios

RAZONES PARA CONVOCAR:

- Los problemas son comunes al grupo
2. La información se requiere en ambas direcciones
 3. Las decisiones se deben tomar colectivamente
 4. La responsabilidad no es clara
 5. Para ejecutar una decisión que requiera la participación comprometida de los miembros del grupo.

CUÁNDO NO CONVOCAR:

1. Los asuntos requieren una comunicación UNO- A- UNO
2. Usted no tiene una agenda específica
3. Los problemas deben discutirse privadamente
4. Es mejor otra forma de comunicación
5. Ya se tomó una decisión

LA LISTA DE INVITADOS

Determinar a quién invitar es uno de los pasos de planeación que se requiere para toda reunión. **Toda reunión tendrá más éxito cuando se invita a las personas indicadas.**

¿A QUIEN INVITAR Y POR QUE ?

¿Qué personas **necesita** para resolver los asuntos que se van a plantear en la reunión?

PREGUNTAS PARA HACER LA LISTA DE INVITADOS

OBJETIVO DE LA REUNIÓN	PREGUNTA PARA SELECCIONAR INVITADO
INFORMATIVA	¿Quién necesita ser informado ¿Quién tiene la información que necesito?
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	¿Con qué personas debo contar para lograr soluciones ó qué personas tendrán un interés y participación directos en la solución?

¿QUIÉN DEBE ASISTIR A UNA REUNIÓN

PERSONA																				
Decisión o Acción																				

COMPORTAMIENTO REQUERIDO DE CADA PERSONA:

- R = Tiene la **RESPONSABILIDAD** de una acción determinada, pero no es necesariamente la autoridad
- A = Debe **APROBAR** - tiene el poder de vetar la acción
- A' = Debe **APOYAR** - debe suministrar los recursos para la acción (pero no necesariamente tiene que estar de acuerdo con ella)
- I = Debe ser **INFORMADO** o consultado antes de realizar la acción, pero no puede vetarla.
- = Irrelevante para la acción particular

REGLAS BÁSICAS PARA LA DIAGRAMACIÓN DE RESPONSABILIDADES

1. Ninguna casilla puede tener más de una letra.
2. No puede existir más de una R para una actividad. Si resulta difícil ubicar la R, tal vez sea necesario dividir el problema en subpartes.
3. Una vez colocada la R, se puede decidir la colocación de las otras letras, recordando la regla 1.
4. Evitar que se asignen demasiadas A; esto conduce a grandes dificultades para obtener una decisión. Se debe revisar la posibilidad de cambiar algunas A a A' o a I.

LUGAR ADECUADO

Evite los lugares donde haya:

- Tránsito de personas
- Llamadas telefónicas
- Otras interrupciones

AGENDA

1. TITULO
2. HORA Y LUGAR
3. TEMA Y DEFINICIÓN
4. ASISTENTES
5. TEMAS:
 - A. Título
 - B. Descripción
 - C. Objetivo

EJEMPLO DE UNA AGENDA

Título:

Nueva tarea: Elaborar reporte mensual

Hora y lugar:

9 a 10:30 a.m., febrero 16
salón de conferencias, segundo piso

Tema y definición:

La gerencia le solicitó al departamento de contabilidad que presente un informe mensual, el cual requerirá información de otros tres departamentos. Esta reunión se convocó para coordinar esta tarea.

Asistentes:

Marta Segura, marketing	Marcos Espinoza, ventas
Guillermo Hernández, contabilidad (Dirigente)	Bárbara Solís administración

Temas:

1. **Título:** Definición de Responsabilidades.
Descripción: La presentación de la información que se necesita para el informe depende de varios departamentos.

Objetivo: Identificar la información que presenta cada departamento y acordar límites de tiempo.

Título: Problema del límite de tiempo

Descripción: El límite de tiempo impuesto por la gerencia crea un problema de programación para varios departamentos.

Objetivo: Resolver los problemas de límite de tiempo relacionados con la nueva tarea de modo satisfactorio para todos los departamentos involucrados y asegurar la terminación a tiempo del informe mensual.

MATERIALES

Fotocopias de informes

Ayudas visuales:

Cuadros

Gráficas

Acetatos

Videos, etc.

Equipos

Proyectores

Rotafolio

Pizarrones, etc.

2.1.2.- ASISTENTES:

ACTIVIDADES:

1. Leer las minutas de la reunión anterior, para verificar si han cumplido las tareas asignadas
2. Hacer planes para llegar a tiempo a la reunión
3. Prepararse para la reunión: Preparar el material o datos que necesite proporcionar de acuerdo a los objetivos y temas de la agenda.
4. Si va a estar ausente, informar y preparar a su suplente
5. Limitar su asistencia al tiempo necesario para ofrecer su aportación
6. Informar al organizador de la reunión, cuando desee incluir algún otro tema en la agenda.

PREPARACIÓN DE LOS ASISTENTES

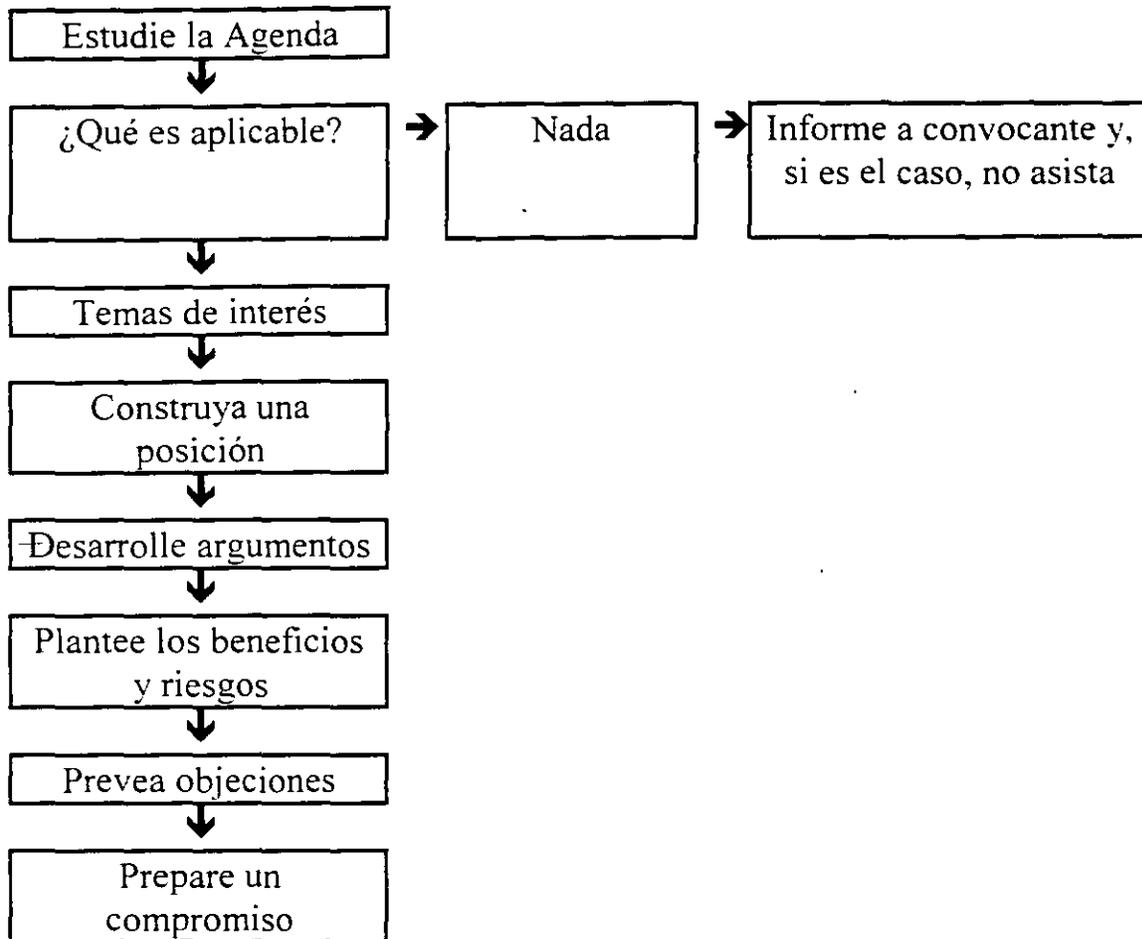
Si usted quiere obtener beneficios de una reunión, primero debe saber para qué fue convocada; y luego debe prepararse y organizarse antes de asistir.

COMO PREPARARSE

Los asistentes preparados, han dedicado tiempo a informarse antes de la reunión. Esto no se limita a tomar copias de informes, a revisar la agenda o a tomar notas sobre los puntos que se van a presentar.

El asistente que está realmente preparado es el que formula una posición y está dispuesto a explicarla, lo mismo que a defenderla, si es necesario.

PASOS PARA LA PREPARACIÓN



AGENDAS DIVERGENTES:

Nunca suponga que usted y sus colegas asistentes tiene las mismas agendas. Y reconozca que la agenda impresa que recibe es sólo un esbozo de ciertas pautas. En realidad, todos los que asisten a reuniones tienen una agenda inédita propia. Antes de asistir a una reunión, usted primero debe comprender un punto importante: El propósito real de una reunión a menudo es inédito, y no aparecerá escrito en una página. Usted debe saber en qué forma presentar su caso, teniendo presente las diversas agendas de los demás asistentes.

Siendo consciente de que cada persona se presenta a una reunión con su propia agenda, siga estas pautas:

- 1.- Nunca presente un solo lado.
- 2.- Siempre espere desacuerdos.
- 3.- **Trate los conflictos con calma:** Defienda siempre su posición con argumentos relacionados con las utilidades, la eficiencia y el progreso de las tareas del trabajo
- 4.- **Enfrente los problemas y no a las personas:** Al debatir un asunto, nunca lo haga en forma personal, aunque el otro bando lo haga.
- 5.- **Enfrente las objeciones:** No trate de rebatir directamente los argumentos de los otros en contra de su idea. En lugar de esto plantee la siguiente pregunta:

¿Si no fuera por ese punto, tendría usted problema para aceptar esta idea?

REUNIONES PREVIAS CON OTROS PARTICIPANTES (CABILDEO):

Reunirse con otros asistentes antes de la reunión más grande puede resultar más eficaz. Usted puede obtener los siguientes resultados:

- 1.- **IDENTIFICAR A LAS PERSONAS QUE ESTÉN EN COMPLETO DESACUERDO CON LA IDEA QUE PRESENTARA USTED EN LA REUNIÓN:** Esto podría ser un síntoma de que omitió una información o punto de vista importante y que debe fundamentar más su idea.
- 2.- **IDENTIFICAR A LAS PERSONAS QUE ESTÁN DE ACUERDO CON CIERTAS RESERVAS:** Esto le permitirá oír los puntos de vista de esa persona y revisar su propuesta tomando en cuenta los puntos de vista del otro
- 3.- **IDENTIFICAR A LAS PERSONAS QUE ACEPTAN SU IDEA:** Usted gana la mejor ventaja posible para asistir a una reunión: Un aliado el cual será un apoyo en la reunión.

2.2.- DURANTE LA REUNIÓN:

2.2.1.- DIRIGENTE:

1. Comenzar a tiempo
2. Asignar a alguna persona la responsabilidad de registrar el tiempo y la información
3. Mantenerse dentro de la agenda
4. Plantear el (los) objetivo(s) de la reunión, al inicio
5. **Proponer métodos de trabajo, de acuerdo a los objetivos planteados para la junta**
6. Controlar las interrupciones
7. Asumir la responsabilidad de hacer aportaciones a la tarea y al proceso del grupo
8. Proteger el derecho de los demás a ser escuchados en sus opiniones y sentimientos
9. Aclarar lo que los demás dicen, cuando sea apropiado
10. Promover la búsqueda de soluciones a los conflictos
11. Vigilar que se definan las asignaciones de responsabilidades
12. Terminar a tiempo
13. Proporcionar un método de evaluación de la reunión

MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS A USAR, SEGÚN EL OBJETIVO DE LA REUNIÓN:

Métodos y procedimientos de:

- Identificación de Problemas
- Solución de Problemas
- Toma de Decisiones
- Planeación

HABILIDADES INTERPERSONALES PARA DIRIGIR UNA REUNIÓN:

- Diferenciar entre discusión de hechos y discusión de sentimientos
- Procedimientos para tratar los sentimientos en una discusión
- Dar seguridad
- Facilitar la expresión de sentimientos de manera productiva
- Sensibilidad ante la expresión de sentimientos
- Manejo del silencio
- Aceptar la expresión de sentimientos
- Comprender (no evaluar) los pensamientos y sentimientos de otros
- **Escucha activa**
- Planteamiento de preguntas que facilitan la expresión
- Solicitar aclaraciones
- Reflejar los sentimientos
- Involucración de todos los participantes
- Hacer resúmenes

FORMATO DE EVALUACIÓN DE REUNIONES:

Usando una escala del 1 al 10, califique los siguientes aspectos de la junta.

Definición del objetivo de la junta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Envío de la agenda, con tiempo adecuado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Manejo del tiempo:										
- Inicio a tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
- Respeto a horarios de agenda	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
- Interrupciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Logro del objetivo de la reunión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Definición de plan a seguir, con responsables y fechas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Porcentaje de tiempo no utilizado efectivamente: _____

Por qué: _____

Comentarios y/o sugerencias: _____

2.2.2.- ASISTENTES:

QUE DEBEN HACER LOS ASISTENTES DE UNA REUNIÓN DURANTE LA REUNIÓN

1. Llegar a tiempo
2. Evitar interrupciones por llamadas telefónicas, o por visitas
3. No apartarse de los temas de la agenda
4. Participar en la reunión con sus opiniones y sentimientos
5. Cuando no entienda lo que alguien dice, pida que se lo aclaren

6. ESCUCHAR ACTIVAMENTE

7. Evitar participaciones que desvíen del objetivo
8. Anotar los asuntos a los que se comprometió

2.3.- DESPUÉS DE LA REUNIÓN:

2.3.1.- DIRIGENTE:

1. Agilizar la preparación de las minutas
2. Dar seguimiento a los acuerdos tomados
3. Incluir en la agenda de la siguiente reunión, las actividades que no se concluyeron
4. Hacer un inventario de comités, con el propósito de determinar si han alcanzado sus objetivos y decidir cuándo un comité debe desintegrarse

OBJETIVO DE LAS ACTAS O MINUTAS:

El propósito de las actas es garantizar la claridad y la comprensión, proporcionar un informe constante sobre las decisiones y la manera como se llegó a ellas, y recordarles a las personas qué proyectos se están ejecutando antes de las reuniones subsiguientes.

- **DISTRIBUYA LAS COPIAS DE LA MINUTA INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA REUNIÓN**
- **ENVÍE COPIA A LOS PARTICIPANTES**
- **ENVÍE COPIA A LAS PERSONAS QUE DEBEN CONOCER LOS COMPROMISOS ESTABLECIDOS EN LA REUNIÓN**

ELABORACIÓN DE ACTAS O MINUTAS:

da a alguien que asista a su reunión con el único propósito de registrar todo lo que ocurre. Las actas no deben ser una transcripción detallada, sólo deben referirse a los siguientes puntos:

FECHA Y HORA

¿Cuándo tuvo lugar la reunión? (fecha, a qué hora comenzó y a qué hora finalizó)

ASISTENTES

¿Quiénes asistieron a la reunión? (nombre y título de cada persona, identificación del dirigente)

TEMAS DE LA AGENDA QUE SE DISCUTIERON

Describe los temas brevemente

DEFINICIÓN DE PROBLEMAS

Incluya una o dos frases para consignar los hechos

ALTERNATIVAS PRESENTADAS

¿Qué ideas se presentaron y quién las presentó? Incluya breves comentarios o puntos clave, y el nombre de la persona que las presentó.

SOLUCIONES ACORDADAS

¿Cuál fue el resultado? Explique la verdadera solución sobre la cual acordaron actuar los asistentes para resolver el problema.

TAREAS ASIGNADAS Y ACEPTADAS.

¿A qué personas se les asignaron tareas? Si asistieron, indique si reconocieron y aceptaron el trabajo y si comprendieron la tarea; si no asistieron comente que es necesario hacer un contacto de seguimiento.

FECHAS LIMITE.

¿En qué fecha debe estar terminado el trabajo?, ¿Está contemplado un plazo aleatorio?

ACCIONES DE SEGUIMIENTO.

¿Qué acciones hay que realizar después de la reunión?, ¿Quién es el responsable?, ¿Quién supervisará el seguimiento, y cómo se informará a la persona responsable? _____

EL SEGUIMIENTO DE LAS REUNIONES

Un dirigente debe dirigir no sólo DURANTE la reunión, sino también DESPUÉS.

Los pasos de SEGUIMIENTO que dé, determinarán finalmente si sus reuniones son de valor perdurable para la compañía.

Como dirigente de la reunión debe encargarse de que todo el mundo que acepte una tarea, complete a tiempo el trabajo. Esto se logra mediante varios pasos.

PAUTAS DE SEGUIMIENTO

- 1.- **SIENTE LAS BASES CON SUFICIENTE ANTICIPACIÓN**
Hable con los asistentes con respecto a las tareas que les pueden asignar. Esto debe hacerse antes de la reunión misma.
- 2.- **ESTABLEZCA TAREAS ESPECIFICAS**
Hay que aclarar y acordar verbalmente tareas específicas con responsables específicos.
- 3.- **ESCRÍBALAS Y DISTRIBÚYALAS**
Resuma todos las tareas asignadas y aceptadas. Inclúyalas en la minuta y envíe copia a todos los participantes.
- 4.- **HAGA SEGUIMIENTO EN PERSONA**
Haga llamadas telefónicas o entrevistas personales.
- 5.- **SOLICITE AYUDA.**
Cuando algún asistente no está cumpliendo su tarea asignada, solicite su ayuda haciéndole ver por qué es importante
- 6.- **USE LOS RECURSOS MAS CONFIABLES**
En base a su experiencia, siga invitando a sus reuniones a aquellas personas que sabe que si acostumbran a cumplir sus compromisos.

2.3.2.- ASISTENTES:

¿QUÉ DEBEN HACER LOS ASISTENTES A UNA REUNIÓN DESPUÉS DE LA REUNIÓN?

1. Llevar a cabo las actividades asignadas
2. Pasar a sus subordinados (o cualquier otra persona) las decisiones y la información que deban conocer
3. Conservar la confidencialidad
4. Abstenerse de quejarse de una decisión tomada en la reunión

3.- ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y TOMA DE DECISIONES EN GRUPO:

.1.- FACTORES QUE FACILITAN LA TOMA DE DECISIONES:

- * Una definición exacta de la situación
- * Un claro conocimiento del grado de responsabilidad que la decisión implica para cada individuo.
- * Métodos eficaces para encontrar y comunicar ideas.
- * Un tamaño adecuado del grupo.
- * Métodos eficaces de revisión de opiniones diferentes.
- * Métodos eficaces para la ejecución de la resolución tomada.
- * La contribución del líder, de un procedimiento que facilite a todo el grupo la adopción de una determinada decisión.
- * Acuerdo sobre el procedimiento a seguir para tomar la decisión aún antes de que comiencen las reflexiones sobre la situación.

3.2.- FORMAS Y MÉTODOS DE TOMAR DECISIONES:

- * **POR USURPACIÓN DEL DERECHO, POR PARTE DE UN INDIVIDUO**
Un individuo se adjudica el derecho a tomar una decisión en nombre del grupo entero. Cuando se propone una decisión semejante, al grupo como conjunto suele resultarle más fácil asentir que rechazar, aunque algunos miembros sean de otra opinión. La decisión se realiza porque algunos no hacen uso de sus derechos.
- * **POR UNA ASOCIACIÓN BIPARTITA**
La decisión se efectúa porque se asocian dos miembros, tomándose, por así decirlo, de la mano. Tales decisiones con frecuencia surgen con tal rapidez que los otros se ven sorprendidos además de enfrentados a otro nuevo problema, a saber, cómo acabar al mismo tiempo con esas dos personas.
- * **POR LA FORMACIÓN DE PANDILLAS.**
Varios miembros del grupo se comprometen de antemano a tomar una decisión determinada, que puede que sea muy buena, aunque tales convenios suelen traer consigo una disminución de la cohesión del grupo y de la confianza recíproca de sus miembros.
- * **POR ACUERDO MAYORITARIO**
Este camino tradicional de votación parece a menudo el único y mejor camino para llegar en determinadas circunstancias a una decisión concreta. No obstante, hay que tener en cuenta que, a pesar de la votación, la minoría vencida sigue estando prevenida en contra de la decisión y, por lo tanto, no la ejecutará de buen grado.
- * **EJERCIENDO PRESIÓN SOBRE LOS REBELDES**
"¿Está alguien en contra?" Cuando un grupo se enfrenta a tal pregunta, suele haber siempre uno o varios miembros que no se atreven a manifestar su opinión contraria porque temen no verse apoyados, incluso aunque no estén en absoluto con la propuesta o no les haya dado antes ocasión de manifestar su opinión. Esta presión puede ejercerse también de la manera contraria: "¿Estamos todos de acuerdo, no?"
- * **POR UNANIMIDAD APARENTE**

La decisión se toma por acuerdo aparente unánime. La presión para acceder a ello puede ser tan fuerte que se consiga una conformidad del 100%. A pesar de todo es posible que la mayoría de los miembros no estén interiormente satisfechos con la decisión y por eso en la práctica no llevan a cabo la decisión.

* **POR ACUERDO**

Se toma una decisión después de haberse dado a todos la posibilidad de discutir detalladamente los diversos aspectos del problema hasta que finalmente todos están de acuerdo en que la decisión propuesta es la mejor posible. Aquellos miembros del grupo que no están de acuerdo en todo con esta decisión, la apoyarán y la llevarán a cabo, por lo menos sobre una base provisional. Han accedido a ella porque se les ha dado ocasión de hacer valer su opinión.

3.3.- PREDISPOSICIONES INDIVIDUALES:

1. PREDISPOSICIÓN AL ACUERDO

"Me parece que cuanto más personas tomen parte en las responsabilidades de una decisión determinada, tanto mejor resultará la decisión. Hay muchas contribuciones sin aprovechar y que nunca serán aprovechadas, a menos que todos participen en la decisión. Ciertamente existen diferencias de opinión, pero al final se ve que éstas estaban justificadas, y que ninguno conocía todos los aspectos del problema. Considero más provechoso que una decisión refleje los mejores pensamientos de cada uno de los miembros del grupo, y no sólo los míos propios. Una decisión sin apoyo general es como un coche sin gasolina; es bonito, pero no corre"

2. PREDISPOSICIÓN A LA INCOMPATIBILIDAD DE LAS OPINIONES Y POR TANTO A LA SOLUCIÓN MAYORITARIA

"Nadie es una isla. A cualquiera le gustaría hacer prevalecer su propia opinión en una decisión colectiva, pero el mundo está hecho a tal modo que eso no puede ser. Tenemos que cooperar con otros e intentar tomar la mejor decisión posible que reciba el máximo apoyo. No se puede esperar nunca que todos estén de acuerdo; mientras se encuentra sólo una mayoría, ya es suficiente. Puede que suene cómico pero una buena mayoría casi siempre tiene también razón".

3. PREDISPOSICIÓN A LA ARMONÍA, AUNQUE ASÍ SE RECUBRAN MAS QUE SE SOLUCIONEN LAS DIFERENCIAS OBJETIVAS Y PERSONALES.

"El entenderse bien con los colaboradores se ha convertido un arte olvidado. Nada es más fácil que criticar a otros y no admitir ideas porque otros las tuvieron primero. Hace falta esfuerzo y desinterés para comprender realmente a otros hombres, sin embargo, a la larga se hace más fácil y cada uno es más feliz, si todos se esfuerzan. Yo no me siento bien cuando se adoptan decisiones que no satisfacen ni hacen felices a todos".

4. PREDISPOSICIÓN AL PROGRESO "REAL", TAL COMO UNO MISMO LO ENTIENDE, CON ESCASA CONSIDERACIÓN A LAS OPINIONES Y SENTIMIENTOS DEL GRUPO.

"Para decirlo abiertamente, muchas manos descomponen la olla. Si alguno quiere una buena decisión y acción inmediata, no debe dejarse detener por lo que el grupo piense. Los grupos sólo se mueven en círculo y pierden mucho tiempo, porque primero discuten todos los aspectos imaginables del problema, por insignificantes que sean, y luego presentan una decisión que constituye sólo un compromiso pobre.

Los hechos son los hechos; en eso no cabe mucha discusión. Si hay que tomar decisiones, confíen en mí, sin restricciones, y verán todo lo que se puede hacer".

5. PREDISPOSICIÓN A NO PARTICIPAR

"En los grupos me siento incómodo. Algunas personas obtienen el aplauso en cuanto abren la boca, otras se dejan influir por un grupo de tal manera que pierden su propia identidad. De todos modos la mayoría de las decisiones han sido ya previamente tomadas por los especialistas. ¿Por qué he de meterme en un conflicto y quedar en ridículo? Es mejor ser espectador hasta que el conflicto esté resuelto y seguir a quienes saben mejor lo que es necesario".

3.4.- FORMULA DE DECISIONES EFECTIVAS:

$$DE = C \times A$$

Donde:

DE = Decisión Efectiva

C = Calidad Atributos objetivos e
impersonales

A = Aceptación Atractivo o deseabilidad para
las personas que deben poner
en práctica la decisión

El grado de aceptación (SATISFACCIÓN con la decisión) afecta el rendimiento del grupo que la tendrá que hacer funcionar.

DECISIONES EFECTIVAS

Para estimular la eficiencia potencial de una decisión, hay que considerar dos dimensiones distintas:

	CALIDAD	ACEPTACIÓN
¿Qué es?	RESULTADO OBJETIVO e impersonal de la decisión	IMPRESIÓN que les causa la decisión a las personas que deben llevarla a la práctica
Depende de	Los HECHOS, de la obtención y estudio de los datos, y de la información	Las OPINIONES y SENTIMIENTOS de la gente, lo cual determinará su conducta futura.
Requiere de	SABIDURÍA, la cual resulta de conocimientos inteligencia y experiencia	SATISFACCIÓN la cual resulta de participación e involucramiento en la toma de decisiones

Una decisión puede producir mejores resultados que una de CALIDAD SUPERIOR si cuenta con más respaldo

EJEMPLO

Orden de la decisión en cuanto a calidad

A B C D

Orden de la decisión en cuanto a aceptación

D B C A

LA MEJOR OPCIÓN ES:

B

¿QUÉ ES MÁS IMPORTANTE EN LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA, LA CALIDAD O LA ACEPTACIÓN?

HAY 3 CLASES DE PROBLEMAS

LOS QUE REQUIEREN DE:

- 1) **ALTA CALIDAD Y BAJA ACEPTACIÓN**
Este problema lo resuelve un experto (o el jefe)
- 2) **BAJA CALIDAD Y ALTA ACEPTACIÓN**
Pueden resolverse satisfactoriamente por el método de decisión en grupo, en el que los subordinados toman la decisión en tanto que el jefe sirve como conductor de la discusión.
- 3) **ALTA CALIDAD Y ALTA ACEPTACIÓN**
Estos problemas se pueden resolver de dos maneras, cada una de las cuales requiere un conjunto diferente de habilidades por parte del conductor.

Las alternativas son las siguientes:

- La decisión del conductor más sus habilidades de persuasión para lograr la aceptación
- La decisión de grupo más las habilidades del conductor del grupo para obtener calidad.

Hay dos fuentes de SATISFACCIÓN E INSATISFACCIÓN

A) La naturaleza de la decisión

B) El tipo de proceso que conduce a la decisión

MÉTODOS DE REALIZAR REUNIONES Y CÓMO INFLUYEN EN EL LOGRO DE RESULTADOS

MÉTODO AUTORITARIO:	Por miedo (motivación negativa) Por persuasión (motivación positiva)
MÉTODO DE DECISIÓN EN GRUPO	Discusión Libre Discusión por desarrollo

3.5.- MÉTODOS DE DECISIÓN EN GRUPO:

DISCUSIÓN POR DESARROLLO:

Consiste en desglosar el problema en etapas, de modo que la discusión no se extienda a demasiados aspectos del problema.

Así los participantes piensan simultáneamente en las mismas cuestiones y se logra una consideración más global y sistemática del problema.

DISCUSIÓN LIBRE

En el método de DISCUSIÓN LIBRE el conductor permite que el grupo analice el problema de la manera que ellos quieran hacerlo. El papel del conductor es cuidar y aclarar la comunicación.

La técnica de Discusión Libre tiene su máxima ventaja en aquellos problemas donde la ACEPTACIÓN de la discusión es importante y donde hay un alto grado de involucramiento emocional de las personas.

MÉTODO UTILIZADO	RESULTADO OBTENIDO
DISCUSIÓN POR DESARROLLO	Las decisiones son de mayor calidad y con un buen grado de Consenso
DISCUSIÓN LIBRE	Se logra más Consenso, pero con menos Calidad.

¿PARA QUÉ SIRVE QUE EL CONDUCTOR CONOZCA LOS DOS MÉTODOS? (DESARROLLO Y DISCUSIÓN LIBRE)

- 1.- Le ayuda a decidir en qué tipo de problemas puede sacarse provecho si se estructura la discusión y en cuáles esto las dificulta más.
- 2.- Le permite percibir más fácilmente qué reacción tiene el grupo ante la estructuración
- 3.- Lo capacita para hacer que ciertos datos conocidos se introduzcan en la discusión, sin sugerirlos ni dar pistas para la solución
- 4.- Le ayuda a lograr que haya un objetivo específico para dirigir la discusión, ya sea sacando información pertinente del grupo y manteniéndose en el centro de la discusión, o bien, dejando que el grupo interactúe libremente y manteniéndose como observador.

DISCUSIÓN POR DESARROLLO :

3 PUNTOS IMPORTANTES EN LA HABILIDAD DEL CONDUCTOR:

- Habilidad para seleccionar problemas en donde fuera valiosa la técnica de discusión por desarrollo
- Habilidad para desglosar el problema en sus partes lógicas
- Habilidad para llevar adelante la discusión, sin manipular los razonamientos ni introducir desviaciones originadas por su propio punto de vista.

4.- HABILIDADES INTERPERSONALES:

4.1.- PAPELES QUE INTERFIEREN

- | | |
|--------------------------------------|---|
| El agresivo | Critica y devalúa el status de los demás; se manifiesta agresivamente en desacuerdo con los demás. |
| El bloqueador | Está obstinadamente en desacuerdo; rechaza los puntos de vista de los demás; menciona experiencias personales que no vienen al caso; vuelve a temas que han sido resueltos. |
| El aislado | No participa; conversa en privado; se autonombra el tomador de apuntes. |
| El buscador de reconocimiento | Alardea; habla en exceso; se muestra consciente de su status |

El saltarín de temas	Cambia continuamente de temas
El dominador	Trata de imponerse; de afirmar su autoridad; de manipular al grupo
El abogado de las causas especiales	Utiliza el tiempo del grupo para abogar por su propia causa
El playboy	Malgasta el tiempo del grupo exhibiéndose; narra historias, es informal y cínico
El auto confesor	Habla de manera irrelevante sobre sus propios sentimientos e ideas.
El abogado del diablo	Más diablo que abogado (Pone a pelear a otros)

4.2.- PAPELES QUE FAVORECEN LA TAREA DEL GRUPO

El iniciador	Sugiere ideas nuevas o diferentes para su discusión; así como enfoque a los participantes. Tanto al inicio como en los puntos críticos de la reunión.
El que proporciona información	Proporciona información e ideas relevantes referentes al tema que se está tratando. Comparte sus puntos de vista.
El que pide información	Confronta al grupo cuando considera que éste está trabajando con información incompleta, solicitando datos adicionales.
El elaborador	Construye a partir de las sugerencias e ideas de los demás.
El aclarador	Ofrece ejemplos pertinentes; proporciona fundamentos; intenta dar significados y grados de comprensión; redefine problemas.
El examinador	Formula preguntas para examinar si el grupo está listo para llegar a una decisión.
El resumizador	Resume la discusión; plantea conclusiones. Solicita compromisos.

4.3.- PAPELES QUE FAVORECEN EL CLIMA DEL GRUPO

El liberador de tensiones	Emplea el humorismo o solicita descansos en el momento apropiado, para combatir los sentimientos negativos.
----------------------------------	---

- El comprometido** Está dispuesto a ceder cuanto sea necesario para favorecer el progreso del grupo.
- El armonizador** Media en las diferencias; reconcilia los puntos de vista. Ayuda a reconocer y expresar los sentimientos
- El estimulador** Aplauda y apoya a los demás; es amistoso; anima.
- El guardián** Mantiene abierta la comunicación; alienta la participación.
- Probar la norma** Mantiene en equidad la estructura de influencia

4.4.- ESCUCHA ACTIVA:

DEFINICIONES:

ESCUCHAR: Es la actividad de recibir y procesar ruido y traducir los sonidos a símbolos convencionales.

ESCUCHAR ACTIVAMENTE: Escuchar activamente es la habilidad de captar, definir y responder adecuadamente a las ideas y a los sentimientos que expresa otra persona; escuchar de verdad, sin interrumpir o proyectar la propia opinión y el ego.

Básicamente, es cuestión de meterse en la cabeza del que habla y escuchar el mensaje desde *su* punto de vista. Escuchar al que habla como si él estuviera hablándose a sí mismo.

Los efectos de escuchar activamente son:

- 1.- Se produce un efecto reconfortante en la persona a quién se escucha activamente.
- 2.- Escuchar activamente promueve la buena relación entre el supervisor y el empleado.

CÓMO ESCUCHAR ACTIVAMENTE

El proceso de escuchar activamente consta de tres aspectos básicos:

1. **ATENCIÓN.** Mantener la atención en la persona que habla
2. **DIRECCIÓN.** Seguir y estimular a la persona que habla.
3. **REFLEJAR.** Regresar al interlocutor el contenido, las sensaciones, los sentimientos, y el significado que se ha logrado de él.

HABILIDADES DE ATENCIÓN:

Atender es prestar la totalidad de su atención física a la persona que habla. Escuchar con todo el cuerpo es una forma de entenderlo. Este tipo de comunicación no verbal permite a la persona que está hablando saber que usted le está prestando mucha atención.

Un buen escuchador se comunica con el cuerpo de las siguientes maneras:

1. Inclinando el cuerpo hacia el que habla.
- 2.- Mirando a la otra persona cara a cara.
- 3.- Colocándose a nivel de los ojos con el que está hablando.
- 4.- Manteniendo una posición franca con su cuerpo.
- 5.- Estando a una distancia prudente del que habla.
- 6.- Evitando posiciones rígidas del cuerpo.
- 7.- Evitando movimientos y ademanes que distraigan.
- 8.- Manteniendo verdadero contacto visual. Esto demuestra que usted está interesado.
- 9.- Ayudando a que el ambiente no distraiga al que habla.
- 10.- Prestando atención permanente. Una cosa muy importante es que el oyente esté allí *psicológicamente*.

HABILIDADES DE DIRECCIÓN:

FACILITAR LA CONVERSACIÓN

Las expresiones que CIERRAN:

- 1.- **Expresiones de juicio.** Ejemplos: "¿Qué hizo esta vez? No se enoje conmigo."
- 2.- **Expresiones tranquilizantes.** Ejemplos: "Animo. No hay mal que por bien no venga."
- 3.- **Expresiones de dar consejo.** Ejemplos: "¿Por qué no hace algo que le guste hacer? ¿Por qué no sale? Quedarse encerrado de poco le sirve"

Las expresiones que ABREN o que rompen el hielo:

- 1.- **Una descripción verbal del lenguaje corporal de la otra persona.**
Ejemplo: Se ve muy bien. Parece emocionado.
- 2.- **Una invitación a hablar o a continuar hablando.**
Ejemplo: ¿Quiere hablar de esto?, continúe por favor, me interesa lo que está diciendo.
- 3.- **Silencio.**
Ninguna intromisión no verbal, que dé a la otra persona la oportunidad de decidir si quiere o no continuar.
- 4.- **Atención.**
Permitiendo que su lenguaje corporal y su contacto visual digan que usted está interesado y la persona le importa personalmente.

.ACER PREGUNTAS

- 1.- Preguntas de respuesta cerrada
- 2.- Preguntas de respuesta abierta.

HABILIDADES PARA REFLEJAR:

Responder reflexivamente tiene cuatro elementos:

- La respuesta no es de juicio
- La respuesta es un reflejo exacto de lo que el locutor ha estado diciendo
- La respuesta es concisa
- Cuando es apropiada, la respuesta relaja más que las palabras que se dijeron

FORMAS DE RESPONDER REFLEXIVAMENTE (Reflejar)

- 1.- Parafrasear.
- 2.- Reflejar sentimientos
- 3.- Reflejar los significados.
- 4.- Reflexiones resumidas.