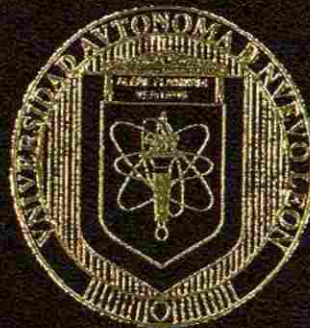


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



"ESTUDIO PARA DESARROLLAR UNA METODOLOGIA
PARA LA CARACTERIZACION DEL SITIO CONTAMINADO
POR DERRAME DE HIDROCARBURO EN UN AREA
ALEDAÑA A UN DUCTO DE PEMEX, CONSIDERANDO LOS
REQUERIMIENTOS DE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES
Y LOS CRITERIOS INTERINOS DE LIMPIEZA DEL "GRUPO
DE TRABAJO SOBRE EVALUACIONES DE SITIOS
CONTAMINADOS".

POR

ING. ALBERTO EUSTACIO IBARRA RAMIREZ

T E S I S

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN FINANZAS

MONTERREY, N. L.

ENERO DEL 2002

ING. AEIR

"ESTUDIO PARA DESARROLLAR UNA METODOLOGIA PARA LA CARACTERIZACION DEL SITIO CONTAMINADO POR DERRAME DE HIDROCARBURO EN UN AREA ALEDANA A UN DUCTO DE PEMEX, CONSIDERANDO LOS REQUERIMIENTOS DE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES Y LOS CRITERIOS INTERINOS DE LIMPIEZA DEL "GRUPO DE TRABAJO SOBRE EVALUACIONES DE SITIOS CONTAMINADOS"

TM
Z5853
.M2
FIME
2002
.I2

2002



1020147453



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



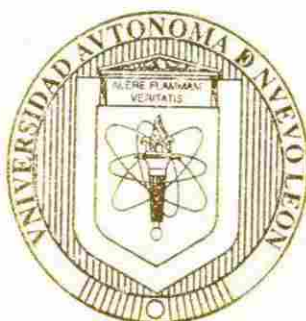
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

1

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



"ESTUDIO PARA DESARROLLAR UNA METODOLOGIA
PARA LA CARACTERIZACION DEL SITIO CONTAMINADO
POR DERRAME DE HIDROCARBURO EN UN AREA
ALEDAÑA A UN DUCTO DE PEMEX, CONSIDERANDO LOS
REQUERIMIENTOS DE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES
Y LOS CRITERIOS INTERINOS DE LIMPIEZA DEL "GRUPO
DE TRABAJO SOBRE EVALUACIONES DE SITIOS
CONTAMINADOS",

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

POR

ING. ALBERTO EUSTACIO IBARRA RAMIREZ

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN FINANZAS

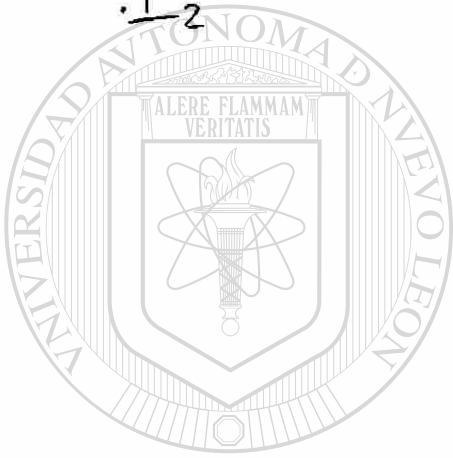
MONTERREY, N. L.

ENERO DEL 2002



975619

TM
Z 5853
.H2
FIMC
2002
I2



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

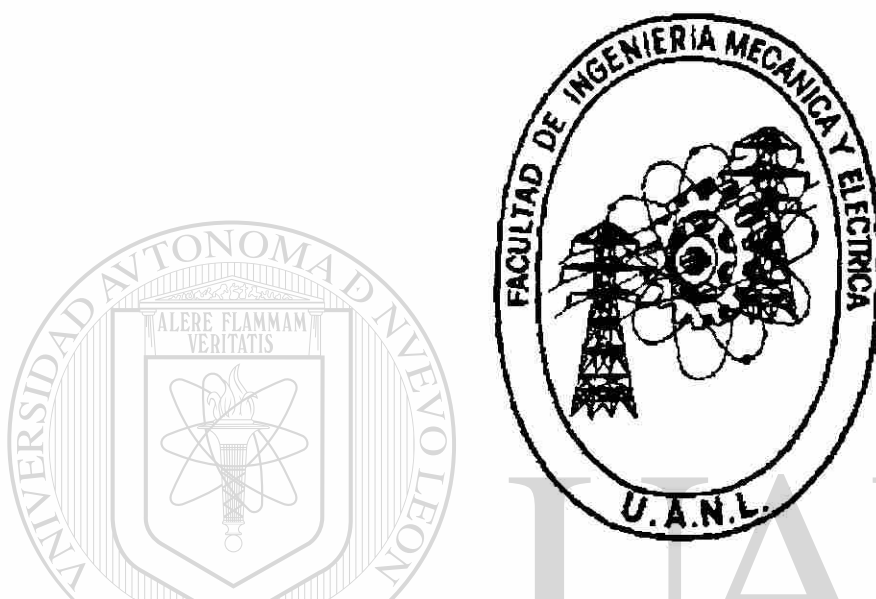


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



“ESTUDIO PARA DESARROLLAR UNA METODOLOGIA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SITIO CONTAMINADO POR DERRAME DE HIDROCARBURO EN UN AREA ALEDAÑA A UN DUCTO DE PEMEX, CONSIDERANDO LOS REQUERIMIENTOS DE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES Y LOS CRITERIOS INTERINOS DE LIMPIEZA DEL “GRUPO DE TRABAJO SOBRE EVALUACIONES DE SITIOS CONTAMINADOS”.

POR

ING. ALBERTO EUSTACIO IBARRA RAMÍREZ

EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN FINANZAS

MONTERREY N.L. ENERO DEL 2002.


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO


Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "ESTUDIO PARA DESARROLLAR UNA METODOLOGIA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SITIO CONTAMINADO POR DERRAME DE HIDROCARBURO EN UN AREA ALEDAÑA A UN DUCTO DE PEMEX, CONSIDERANDO LOS REQUERIMIENTOS DE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES Y LOS CRITERIOS INTERINOS DE LIMPIEZA DEL "GRUPO DE TRABAJO SOBRE EVALUACIONES DE SITIOS CONTAMINADOS". Realizada por el alumno Alberto Eustacio Ibarra Ramirez, matricula 1078550 sea aceptada como su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Finanzas.

El Comité de Tesis


 M.C. Vicente García Díaz
 Asesor


 M.C. Roberto Villarreal Garza
 Coasesor


 M.C. Raul Escamilla Garza
 Coasesor


 M.C. Roberto Villarreal Garza
 Vo. Bo
 División de Estudios de Posgrado

Monterrey N.L. Enero del 2002.

Proyecto de Tesis para Maestría en Administración

Nombre: “Estudio para desarrollar una metodología para la Caracterización del sitio contaminado por derrame de hidrocarburo en un área aledaña a un ducto de Pemex, considerando los requerimientos de las Autoridades Ambientales y los Criterios Interinos de Limpieza del “Grupo de Trabajo sobre Evaluaciones de sitios contaminados”.

I Objetivo General

Caracterizar cualitativa y cuantitativamente el grado de contaminación por derrame de hidrocarburo en un area aledaña por derrame en un poliducto de Petroleos Mexicanos Ocasionando daños al ambiente y a la población, determinando las características biológicas y sociales del area.

I.1 Objetivo Especifico

- 1.- Determinar las características ambientales específicas de la zona Hidrología, geología, climatología, geohidrología y socioeconómica.

II Justificación

Actualmente en México, la normatividad ambiental en materia de Evaluaciones y/o restauraciones de suelos contaminados por materiales y/o residuos peligrosos se encuentra en etapa de desarrollo, en comparación con países de la Unión Europea, Canadá y Estados Unidos de Norteamérica.

Lo anterior, ocasiona cierta amplitud en los márgenes requeridos para el desarrollo de diversas Evaluaciones de suelos denominadas como “tecnología de punta” y en ocasiones no idóneas para el caso a atender, o bien desarrolladas con un costo alto y un beneficio similar a emplear una metodología sencilla.

Por lo antes expuesto, el presente Proyecto se basará en el desarrollo de un estudio de caracterización para determinar la metodología de saneamiento del sitio para igual número de sitios afectados por considerando como base los requerimientos de las Autoridades Ambientales y los Criterios Interinos de Limpieza del “Grupo de Trabajo sobre Evaluaciones de Sitios Contaminados con hidrocarburos manejados por dicha institución”.

III Hipótesis.

En ocasiones las metodologías denominadas como “tecnología de punta”, no son únicamente la solución para la correcta atención de suelos afectados, pudiendo llegar a emplear una o 2 tecnologías sencillas combinadas para cumplir los requerimientos de las autoridades ambientales.

Indice

I.- Objetivo General.

I.1.- Objetivo Específico.

II.- Justificación.

III.- Hipótesis.

IV.- Prologo

V Síntesis

VI Resumen

VII Introducción

VIII Agradecimientos

IX Desarrollo para determinar la Evaluación del sitio afectado

X Desarrollo para determinar la Evaluación de un sitio contaminado.

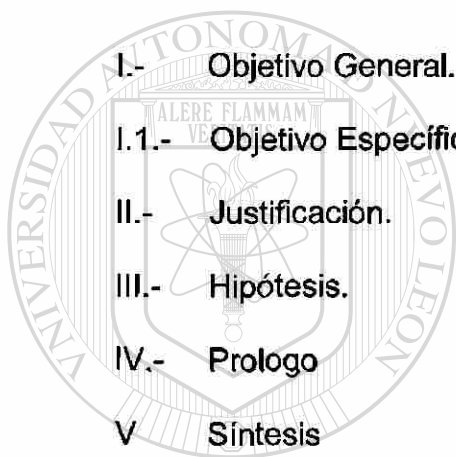
XI Generalidades del sitio considerado para desarrollar un estudio paractico de Caracterización de suelo contaminado por diesel.

XII.- Introducción.

XII.1.- Antecedentes.

XII.1.2.- Objetivos.

XII.1.3.- Entorno.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

- XII.1.3.1 Climatología.
- XII.1.3.2 Hidrología.
- XII.1.3.3 Geología.
- XII.1.3.5 Geohidrología.
- XII.1.3.6 Topografía.
- XII.1.3.7 Edafología.
- XII.1.3.8 Flora.
- XII.1.3.9 Fauna.
- XII.1.3.10 Aspectos socioeconómicos.

XII.1.4 Desarrollo de los trabajos.

- XII.1.4.1 Topografía.
- XII.1.4.2 Geofísica.
- XII.1.4.3 Perforación de pozos (Perfiles estratigráficos y muestreos).
- XII.1.4.4 Análisis de Laboratorio.

XII.1.5 Evaluaciones.

- XII.1.5.1 Comportamiento del contaminante (Modelo conceptual).
- XII.1.5.2 Volumen del suelo, subsuelo y agua subterránea contaminada.

XII.1.6 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales.

- XII.1.6.1 Riesgo potencial a la salud y al ecosistema.
- XII.1.6.2 Daños a la flora y fauna.
- XII.1.6.4 Afectaciones socioeconómicas.

XII.1.7.- Plan de Restauración.

XII.1.8 Actividades desarrolladas, tiempos y costos

XII.1.9 Conclusiones.

IV Prologo

La transformación biológica de contaminantes contenidos en terrenos y aguas subterráneas supone un tema que atrae cada vez mas la atención de la comunidad de ingenieros u científicos que trabajan en relación con el medio ambiente. Estas transformaciones pueden ocurrir de forma natural, si bien suelen producirse muy lentamente y limitadas por la disponibilidad de nutrientes, oxígeno o por los microorganismos adecuados. Las alteraciones que pueden sufrir los factores que influyen en la reacción para incrementar la tasa de transformación biológica se traduce en la biorrecuperación (tratamiento de suelos y aguas subterráneas mediante procesos que sean rentables y conseguir un grado de tratamiento determinado, es necesario la aplicación de métodos y principios de ingeniería. Por esta razón, son los Ingenieros especializados en medio ambiente los normalmente son responsables del desarrollo, diseño, operación y gestión de los procesos y sistemas de biorrecuperación.

Desafortunadamente los programas de ingeniere medioambiental rara vez incluyen elementos para el trabajo con sistemas subsuperficiales. Desde 1990, se han publicado gran numero de libros sobre la generación de terrenos y aguas subterranas, algunos de ellos incluso dedicados por completo a la recuperación mediante procesos biológicos. Sin embargo, se han realizado pocos intentos destinados a la consecución de un testo para estudiantes de ingeniería en el cual se haga hincapié en los métodos cuantitativos.

Se pretende que este texto se convierta en materia de consulta para todo aquel estudiante interesado en la recuperación de suelos, aguas subterráneas, métodos. Debido a que son pocos los estudiantes que traten sobre la ciencia del suelo, la hidrología de aguas subterráneas y microbiología, en particular en el capitulo relativo a los procesos de biorrecuperación el objetivo es proporcionar a los conocimientos básicos sobre los mecanismos secundarios asociados a la misma. Dicho conocimiento permite a os alumnos el estudio de los complejos problemas derivados a las variaciones en las características del emplazamiento del foco contaminante y el propio terreno, las propiedades de los contaminantes y las interacciones microbianas. Se hace una introducción al tema, que incluye fuentes de contaminación, principales características de las contaminantes y tendencias y métodos de regeneración en la actualidad, consiste en una introducción sobre aquellas características del terreno en suelos, los procesos de absorción, desorcion, evaporación, dispersión así como otros.

Los métodos de biorrecuperación que se emplean en la actualidad como tratamientos en in situ del terreno y de las aguas subterráneas y la regeneración de suelos contaminados a través de tratamientos en lechos, tales como los suelos agrícolas, y también mediante el compostaje del terreno. Ambos métodos suelen llevarse a cabo ex situ, es decir, se excava el terreno contaminado y el tratamiento se realiza bien en una localización previamente establecida y preparada a los efectos, o bien en un contenedor de reacción. Otros de los métodos de regeneración mediante procesos biológicos, denominados ex situ, es el tratamiento de los sólidos en suspensión, se mezcla el agua con el terreno contaminado. que se consigue un fluido que se puede mezclar, airear y bombear. Se intensifica la desorción de los contaminantes, lo cual supone una mayor probabilidad de aumento de las tasas de degradación microbiana. En los sistemas de sólidos en suspensión, también es más sencillo la adición de los nutrientes necesarios. Los compuestos orgánicos en fase vapor resultan de la distribución de los mismos entre terrenos y aire o entre agua y aire. Las fuentes de generación más habituales de estos compuestos orgánicos son los terrenos contaminados de compuestos volátiles tratados mediante los procesos de extracción de vapores del terreno y/o difusión de aire. Por lo tanto la aplicación del tratamiento de los vapores normalmente asocia a la regeneración de suelos y aguas subterráneas in situ. Los procesos de degradación microbiana de vapores suelen emplearse para el tratamiento de los gases producidos en las instalaciones de tratamientos de aguas residuales e instalaciones industriales. Sin embargo. La aplicación de tratamientos biológicos a vapores para la depuración de los gases extraídos con el método de extracción de vapores del terreno gran éxito en términos de transformación de los contaminantes y relación costo – remediación.

V Síntesis

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La contaminación o modificación indeseable de las características de los suelos en México, se presenta básicamente en dos vertientes; la erosión o desertificación y la modificación de sus características debido a los derrames, accidentales o dolosos, de materiales o sustancias químicas. Ambos procesos tienen idéntico resultado: la pérdida de la capacidad productiva de los mismos.

La pérdida de la fertilidad de los suelos y de la capacidad de biodegradación de los organismos que viven en ellos, como producto de su contaminación, erosión o desertificación, es considerada hoy en día como una de las amenazas más serias para la supervivencia, no tan sólo de la flora y fauna que dependen directamente de tales procesos, sino incluso para los seres humanos, dadas las estrechas interrelaciones entre los diferentes elementos que constituyen los ecosistemas.

Al fenómeno anterior se agrega el del deterioro creciente de las fuentes de abastecimiento de agua potable, ya sean subterráneas o superficiales, derivado de manera creciente de la contaminación del suelo y subsuelo.

El depósito no autorizado, ilegal o doloso, de materiales considerados perniciosos conlleva a la contaminación, en mayor o menor grado, del suelo subyacente y puede representar un riesgo inaceptable para la calidad del agua subterránea, sobretodo en lo que hace a sitios abandonados que contienen una cantidad ya incuantificable de diferentes químicos, mismos que, al estar presentes a lo largo de muchos años, sus efectos adversos han tenido tiempo suficiente para desarrollarse.

Todo esto ha influido para que, a todos los niveles de gobierno, se hayan realizado una serie de esfuerzos tendientes a la restauración del ambiente, específicamente del suelo. Estos esfuerzos no han tenido una dirección única y han obtenido resultados diversos, por lo que se hizo necesario establecer directrices y políticas únicas de observancia general.

Para sustentar una política nacional consistente, como era necesario, se tomaron en cuenta las peculiaridades del país en cuanto a contextos, características institucionales, disposiciones legales existentes, recursos y realidades.

La experiencia mexicana al respecto, como muchas otras en materia ambiental, es todavía limitada. El sector ambiental en México es incipiente y el marco reglamentario, aún cuando se ha ido perfeccionando constantemente, está solo parcialmente articulado y actualmente se está perfeccionando su aplicación. Muestra de ello es la última modificación a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

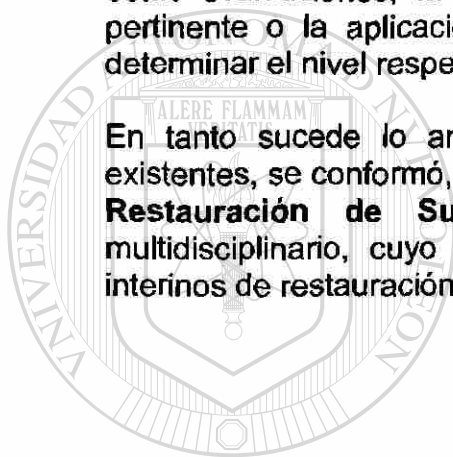
En ese sentido cabe recordar también que aún no se cuenta con un Reglamento que regule lo referente a la contaminación del suelo, por lo que las actuaciones de las autoridades se han ajustado solo a lo que está expresamente dispuesto en la LGEEPA vigente y al Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Una práctica común ha sido utilizar la NOM-052-ECOL 93 como parámetro para determinar si un suelo está contaminado o no, para determinar si se debe ordenar la restauración de un sitio o para decidir sobre el destino final del suelo. Esta práctica, aunque extendida, es errónea, dado que el suelo contaminado, en tanto componente del medio ambiente, no es un residuo peligroso, por ello, hay que restaurarlo para que siga siendo parte del medio y pueda seguirse usando como tal. Es importante recalcar que cualquier sustancia, al ser depositada accidental o premeditadamente en un suelo, modifica las

condiciones del mismo de tal forma que puede cambiar su composición o calidad al grado que lo inutiliza para darle el uso al que se venía destinando o para el que tendría vocación, en ese sentido se hace necesario exigir la restauración del mismo.

Una vez que el Instituto Nacional de Ecología (INE) determine los niveles de limpieza o criterios definitivos de restauración, la Profepa se encargará de velar por su cumplimiento. Además, a medida que la aplicación de las diferentes tecnologías para la restauración de suelos avancen, se pretende que se usen cada vez más frecuentemente las evaluaciones de riesgo a la Salud/Ambiente. Una vez que el INE determine o apruebe una metodología en particular para estas evaluaciones, la Profepa exigirá el cumplimiento del límite o criterio pertinente o la aplicación de la metodología de evaluación de riesgo para determinar el nivel respectivo.

En tanto sucede lo anterior, y para subsanar las lagunas reglamentarias existentes, se conformó, a iniciativa de la Profepa, el **“Grupo de Trabajo sobre Restauración de Suelos Contaminados” (GDT)**, interinstitucional y multidisciplinario, cuyo objetivo principal fue el establecimiento de criterios interinos de restauración de suelos contaminados.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Desde su puesta en marcha en 1998, el GDT ha privilegiado el enfoque a resultados, y es justamente por los resultados que ha dado que, actualmente lo consideramos como el ejemplo mas acabado de vinculación exitosa entre las Universidades y el sector público. De hecho se ha reconocido el esfuerzo desinteresado de ese grupo de científicos mexicanos, cuyas deliberaciones han resultado tan valiosas para la gestión ambiental en México.

Los 90's se recordarán como la década en la que se iniciaron de manera formal, ordenada y con objetivos claros, los trabajos de restauración de suelos contaminados. En esta década se presenta el punto de quiebre en donde se pudo destinar una parcela – contaminada, riesgosa y sin un uso- a los usos productivos que se le tenían destinados.

Los trabajos realizados en la materia, nos hacen tomar nuevos bríos y nos recuerdan que en México, día con día, se hacen esfuerzos por mejorar nuestras capacidades para enfrentar los problemas añejos que nos aquejan. En este campo es donde hemos podido demostrar que se puede avanzar en la protección ambiental si se tienen objetivos claros y se convoca a la comunidad interesada. A efectos de comparación, la Ley alemana en materia de suelos contaminados se promulgó apenas en 1999, su caso es muy parecido al mexicano, porque tampoco cuenta con recursos suficientes, en cantidad y oportunidad, para resolver sus problemas, mismos que pueden considerarse más complejos habida cuenta de que en ese país existen sitios tanto civiles como militares, por ejemplo fábricas de armamento con una problemática mas complicada.

Por último, es pertinente recordar que, aún cuando no se ha determinado con exactitud la generación de residuos peligrosos en México, las estimaciones con las que se cuenta han demostrado que la porción más grande de los residuos generados se disponen de manera inadecuada en patios de empresas, barrancas, cuerpos de agua, terrenos baldíos o junto con los residuos municipales, mientras que solo a una pequeña fracción se le da un tratamiento o disposición adecuados.

VI Resumen

El objetivo de est tesis es la descripción y fundamentos para aplicación de las metodológicas en la recuperación de terrenos contaminados. Los procesos biológicos se aplican con gran facilidad a la transformación de contaminantes orgánicos y en consecuencia se hará hincapié en las características de los compuestos orgánicos y a los factores que convierten a los mismos en susceptibles en ser tratados mediante procesos biológicos.

Constituye en un campo de la ingeniería ambiental que esta evolucionándose y expandiéndose rápidamente. Los ingenieros que trabajan en la regeneración de terrenos y aguas subterráneas en general y en biorrecuperacion en partículas,

deben hacer frénete a exigentes reglamentos, importantes decisiones sobre salud pública y a la gran incertidumbre existente en relación con el conocimiento de las condiciones reales en los sistemas de subsuelo. Las herramientas de mayor relevancia a la hora de resolver la mayoría de los problemas de recuperación son un juicio competente e integridad. Esta Tesis pretende proporcionar una base técnica para la comprensión y a la aplicación de conceptos relativos a la recuperación, mas que servir como un completo manual para el diseño del sistema.

Se ha comprobado que los tratamientos biológicos son más económicos que los procedimientos químicos o físicos. El mercado para la biorrecuperación es bastante amplio en el almacenamiento de hidrocarburos derivados del petróleo, contaminantes que se ha comprobado son biodegradables de manera relativamente fácil.

En este momento no se conoce con exactitud el número de emplazamientos destinados a biorrecuperación, en muchos casos, los informes relativos al tipo de programa de biorrecuperación, no están correctamente documentados. O bien no están actualizados, se han comprobado que, muy a menudo, en los programas de biorrecuperación se describen en forma incorrecta los métodos empleados y el rendimiento obtenido en la descontaminación del emplazamiento.

VII Introducción

A partir de la aparición del Reglamento Interior de la Semarnat, en el que se otorgan atribuciones específicas en materia de suelos a Profepa, la Dirección General de Emergencias Ambientales ha estado trabajando en la elaboración de un marco conceptual y metodológico que permitiera dotar de certeza técnica y jurídica a los trabajos que en esta materia se realizaran.

Para ello, y en el seno del GDT se procedió a establecer un conjunto de reglas claras y específicas, que rigieran, desde la perspectiva de la autoridad, los trabajos necesarios, tomando en cuenta sobretodo que en el plano operativo es donde era especialmente grave la falta de las mencionadas reglas y procedimientos.

Durante la realización de Auditorías Ambientales, prontamente se evidenció que los suelos de predios que no están abandonados, se encuentran contaminados más frecuentemente por materiales que por residuos peligrosos, y que quienes ingresan al Programa de Auditoría Ambiental también están dispuestos a realizar las acciones de restauración necesarias. Cabe también aclarar que lo

que se conoce coloquialmente como un sitio contaminado es en realidad un predio o instalación con suelo contaminado.

La Auditoría Ambiental al ser un examen metodológico y exhaustivo de una instalación industrial incluye la revisión, por supuesto, del suelo subyacente. De hecho, muchas industrias han decidido de manera voluntaria hacer del conocimiento de la Profepa su pasivo ambiental, a través del proceso de Auditoración Ambiental.

Es importante mencionar que, en muchos de los Planes de Acción derivados de las Auditorías Ambientales, la restauración de suelos ha sido el factor de mas peso económico y el que consume un lapso de consecución mas largo, a veces hasta de años. Sin embargo, en el marco del proceso de obtención de un certificado de Industria Limpia, esta deficiencia también ha de ser solventada.

Lo que anteriormente se consideraba un gasto innecesario, ha ido tomando cada vez más su real dimensión. En los hechos, la inversión en las actividades de restauración de suelos, prontamente genera dividendos en imagen, a través del proceso de certificación como Industria Limpia. Además, permite el conocimiento exacto de los pasivos ambientales, sobretodo durante los procesos de compraventa de terrenos urbanos industriales de alto valor, cuya finalidad sea el cambio a uso de suelo habitacional, situación que se conoce en los EEUU y que en el país está emergiendo con gran dinamismo.

Actualmente es satisfactorio poder recalcar que, aprovechando la ventaja comparativa del esquema de restauración aplicado: su certeza técnica y jurídica, diversos actores han decidido participar obteniéndose un arreglo de actividades en donde todos ganan. Evitándose así la situación irónica que se enfrentaba en la que se reunían todos los elementos necesarios: el ordenamiento legal, los límites de limpieza, la disponibilidad de tecnologías y de fondos, y la voluntad de los particulares, sin embargo, por una razón u otra, no se realizaban los trabajos.

Por todo lo anterior es que, también en este campo, los últimos tres años han sido de gran actividad, pues pasamos de un marco de actuación prácticamente nulo a un esquema completo en el que se tienen actividades iniciales de evaluación con objetivos específicos finales de limpieza, en función del uso de suelo, junto con especificaciones de laboratorio inequívocas y criterios cuantitativos de muestreo.

Un resultado indeseable de la anterior ausencia de criterios y procedimientos en materia de restauración de suelos fue que, al no existir la demanda de análisis de laboratorio específicamente destinados a este componente del ambiente, la de por si limitada capacidad analítica del país en la materia no tenía el incentivo

Suficiente para desarrollarse, llegándose al extremo de tener que solicitar y aceptar resultados de laboratorios extranjeros.

El impulso que ha recibido este campo ha modificado o creado un mercado específico de análisis de laboratorios y demanda de consultorías, lo cual ha venido a fortalecer la capacidad de gestión del sector ambiental del país, permitiendo a los responsables escoger entre una gama más amplia de posibilidades. Vale mencionar también la presencia de que actualmente está tratando suelos contaminados con plaguicidas, situación inédita en México.

Complementariamente, junto con las autoridades hacendarais se está trabajando en la conformación de un Fideicomiso para emergencias ambientales, cuyo objetivo principal sería el enfrentar los problemas relativos al pasivo ambiental que representan los llamados sitios abandonados, para los cuales no hay un responsable identificado que deba hacer frente a los costos de la restauración. Mediante este mecanismo se pretende resolver añejos problemas para los que, hasta hoy, no se ha encontrado solución expedita.

Por último, no podemos dejar de reconocer ampliamente el esfuerzo sostenido de los académicos, científicos y servidores públicos que conforman el GDT sin cuyo esfuerzo y dedicación, el campo de la restauración* de suelos no habría experimentado el vertiginoso avance reciente. Su trabajo desinteresado ha permitido que suelos contaminados que anteriormente formaban parte de un enorme pasivo, tengan ahora un uso productivo y una situación legal clara y ambientalmente amigable.

En este documento se utiliza el término “**restauración**” como sinónimo de Remedación, Saneamiento, Limpieza, Rehabilitación, Regeneración, etc. Se refiere al conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. De cualquier forma se entiende como “las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del suelo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva”.

VIII Agradecimientos

A Dios por haberme dado la oportunidad de *compartir todos mis logros*, a mi esposa Soraya del Carmen Ortiz Arcos y a mis dos Hijas Kassandra Dzuara Ibarra Ortiz y a Karla Stefania Ibarra Ortiz.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León y a la Corporación Mexicana de Investigaciones en Materiales por el apoyo brindado para la realización de mis estudios.

A M.C. Jorge Crabajal Aldape por darme el apoyo al realizar mis estudios.

A mis padres Mateo Ibarra Torres y Maria de Jesús, por haberme dado las bases firmes en mi educación y ejemplos que siempre me han dado.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

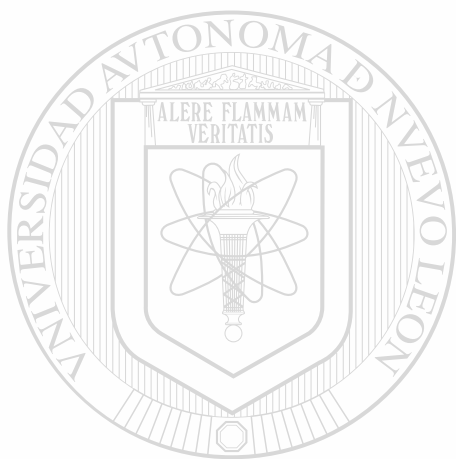


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Dedicatoria:

A mi esposa Soraya del Carmen Ortiz Arcos por haberme siempre otorgado esa fuerza y empuje para terminar mis proyectos en situaciones adversas, por darme todo su amor y comprensión para concluir con mi Tesis de Maestría.

A mis dos Hijas Kassandra Dzuara Ibarra Ortiz y Karla Stefania Ibarra Ortiz por ser mi ilusión de tratar de dar mi máximo esfuerzo para hacer las cosas de la mejor manera posible para que ellas vean en mí un ejemplo a seguir y a su madre quien les dio la luz de nacer con la ayuda de Dios nuestro Señor.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

IX Desarrollo para determinar la Evaluación del sitio afectado

La contaminación o modificación indeseable de las características de los suelos en México, se presenta básicamente en dos vertientes; la erosión o desertificación y la modificación de sus características debido a los derrames, accidentales o dolosos, de materiales o sustancias químicas. Ambos procesos tienen idéntico resultado: la pérdida de la capacidad productiva de los mismos.

La pérdida de la fertilidad de los suelos y de la capacidad de biodegradación de los organismos que viven en ellos, como producto de su contaminación, erosión o desertificación, es considerada hoy en día como una de las amenazas más serias para la supervivencia, no tan sólo de la flora y fauna que dependen directamente de tales procesos, sino incluso para los seres humanos, dadas las estrechas interrelaciones entre los diferentes elementos que constituyen los *ecosistemas*.

Al fenómeno anterior se agrega el del deterioro creciente de las fuentes de abastecimiento de agua potable, ya sean subterráneas o superficiales, derivado de manera creciente de la contaminación del suelo y subsuelo.

El depósito no autorizado, ilegal o doloso, de materiales considerados perniciosos conlleva a la contaminación, en mayor o menor grado, del suelo subyacente y puede representar un riesgo inaceptable para la calidad del agua subterránea, sobretodo en lo que hace a sitios abandonados que contienen una cantidad ya incuantificable de diferentes químicos, mismos que, al estar presentes a lo largo de muchos años, sus efectos adversos han tenido tiempo suficiente para desarrollarse.

Todo esto ha influido para que, a todos los niveles de gobierno, se hayan realizado una serie de esfuerzos tendientes a la restauración del ambiente, específicamente del suelo. Estos esfuerzos no han tenido una dirección única y han obtenido resultados diversos, por lo que se hizo necesario establecer directrices y políticas únicas de observancia general.

Para sustentar una política nacional consistente, como era necesario, se tomaron en cuenta las peculiaridades del país en cuanto a contextos, características institucionales, disposiciones legales existentes, recursos y realidades.

La experiencia mexicana al respecto, como muchas otras en materia ambiental, es todavía limitada. El sector ambiental en México es incipiente y el marco reglamentario, aún cuando se ha ido perfeccionando constantemente, está solo parcialmente articulado y actualmente se está perfeccionando su aplicación.

Muestra de ello es la última modificación a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

En ese sentido cabe recordar también que aún no se cuenta con un Reglamento que regule lo referente a la contaminación del suelo, por lo que las actuaciones de las autoridades se han ajustado solo a lo que está expresamente dispuesto en la LGEEPA vigente y al Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Una práctica común ha sido utilizar la NOM-052-ECOL 93 como parámetro para determinar si un suelo está contaminado o no, para determinar si se debe ordenar la restauración de un sitio o para decidir sobre el destino final del suelo. Esta práctica, aunque extendida, es errónea, dado que el suelo contaminado, en tanto componente del medio ambiente, no es un residuo peligroso, por ello, hay que restaurarlo para que siga siendo parte del medio y pueda seguirse usando como tal. Es importante recalcar que cualquier sustancia, al ser depositada accidental o premeditadamente en un suelo, modifica las condiciones del mismo de tal forma que puede cambiar su composición o calidad al grado que lo inutiliza para darle el uso al que se venía destinando o para el que tendría vocación, en ese sentido se hace necesario exigir la restauración del mismo.

Una vez que el Instituto Nacional de Ecología (INE) determine los niveles de limpieza o criterios definitivos de restauración, la Profepa se encargará de velar por su cumplimiento. Además, a medida que la aplicación de las diferentes tecnologías para la restauración de suelos avancen, se pretende que se usen cada vez más frecuentemente las evaluaciones de riesgo a la Salud/Ambiente. Una vez que el INE determine o apruebe una metodología en particular para estas evaluaciones, la Profepa exigirá el cumplimiento del límite o criterio pertinente o la aplicación de la metodología de evaluación de riesgo para determinar el nivel respectivo.

En tanto sucede lo anterior, y para subsanar las lagunas reglamentarias existentes, se conformó, a iniciativa de la Profepa, el “**Grupo de Trabajo sobre Restauración de Suelos Contaminados**” (GDT), interinstitucional y multidisciplinario, cuyo objetivo principal fue el establecimiento de criterios interinos de restauración de suelos contaminados.

Desde su puesta en marcha en 1998, el GDT ha privilegiado el enfoque a resultados, y es justamente por los resultados que ha dado que, actualmente lo consideramos como el ejemplo mas acabado de vinculación exitosa entre las Universidades y el sector público. De hecho se ha reconocido el esfuerzo

desinteresado de ese grupo de científicos mexicanos, cuyas deliberaciones han resultado tan valiosas para la gestión ambiental en México.

Los 90's se recordarán como la década en la que se iniciaron de manera formal, ordenada y con objetivos claros, los trabajos de restauración de suelos contaminados. En esta década se presenta el punto de quiebre en donde se pudo destinar una parcela – contaminada, riesgosa y sin un uso- a los usos productivos que se le tenían destinados.

Los trabajos realizados en la materia, nos hacen tomar nuevos bríos y nos recuerdan que en México, día con día, se hacen esfuerzos por mejorar nuestras capacidades para enfrentar los problemas añejos que nos aquejan. En este campo es donde hemos podido demostrar que se puede avanzar en la protección ambiental si se tienen objetivos claros y se convoca a la comunidad interesada. A efectos de comparación, la Ley alemana en materia de suelos contaminados se promulgó apenas en 1999, su caso es muy parecido al mexicano, porque tampoco cuenta con recursos suficientes, en cantidad y oportunidad, para resolver sus problemas, mismos que pueden considerarse mas complejos habida cuenta de que en ese país existen sitios tanto civiles como militares, por ejemplo fábricas de armamento con una problemática mas complicada.

Por último, es pertinente recordar que, aún cuando no se ha determinado con exactitud la generación de residuos peligrosos en México, las estimaciones con las que se cuenta han demostrado que la porción más grande de los residuos generados se disponen de manera inadecuada en patios de empresas, barrancas, cuerpos de agua, terrenos baldíos o junto con los residuos municipales, mientras que solo a una pequeña fracción se le da un tratamiento o disposición adecuados.

Fuentes de contaminación

Los grandes volúmenes de contaminación que habitualmente penetran en el terreno lo hacen desde depósitos de almacenamiento subterráneos, vertederos y balsas. La ubicación de depósitos de almacenamiento de combustible líquido bajo tierra se convirtió en habitual para ahorrar espacio y para la seguridad de los ocupantes de los edificios próximos. Con el tiempo, los depósitos metálicos sufren la corrosión, desarrollándose pequeñas fugas también se producen fugas

en las juntas y conexiones de las tuberías como resultado de asentamientos y movimientos de terreno. Normalmente, la velocidad de pérdidas es pequeña y difícil de medir de forma similar, las balsas de almacenamiento a menudo desarrollan pequeñas fugas en las pantallas de impermeabilización con el tiempo. Con anterioridad en 1970, existen pocos controles sobre el diseño y funcionamiento de las balsas de vertido de residuos con frecuencia las balsas no tenían pantalla de impermeabilización y gran cantidad del material líquido vertido se infiltra rápidamente en terreno, la normativa vigente establece criterios de diseño para pantallas de impermeabilización, distancias hasta las aguas subterráneas y control de fugas, aunque miles de las antiguas localizaciones, no también diseñadas ni controladas aun existen, pequeñas cantidades de contaminantes tóxicos pueden inutilizar grandes cantidades de agua,

También se originan importantes problemas de contaminación en terrenos y aguas subterráneas debido a vertidos y a la incorrecta eliminación de compuestos tóxicos, como los accidentes que se ocasionan durante el transporte de productos que pueden resultar en el vertido de cantidades considerables de productos químicos o hidrocarburos.

Desde los comienzos del siglo XX los ingenieros medioambientales y los científicos han ampliado intirrupidamente su campo de actuación desde la provisión de agua limpia, fiable y estrictamente agradable destinada al consumo para la salud humana. La protección del medio ambiente y la regeneración de daños al mismo.

Los problemas de contaminación de terrenos y aguas subterráneas a gran escala son consecuencia directa del desarrollo de nuestra moderna sociedad industrializada como productos del petróleo. La extracción y el tratamiento de recursos, dan lugar a la producción de grandes cantidades de materiales residuales. Los emplazamientos de extracción abandonados se convierten en focos de contaminación a gran escala.

Al comienzo del siglo XX los compuestos químicos empleados en la agricultura se obtenían principalmente a partir de residuos de animales y plantas, y de minerales. Hoy día se emplean una gran variedad de compuestos derivados del petróleo como pesticidas y herbicidas. Después de haber sido empleados con asiduidad en todo el mundo por ejemplo el DDT los compuestos alogénicos tales como los bifenilos policlorados y el dibromocloropropano la alteración del equilibrio de especies debido al uso de un compuesto químico empleado para controlar una determinada plaga.

La agencia para la protección del medio ambiente estadounidense (US EPA), estima que en los Estados Unidos más de 200, 000 localizaciones de fugas de gasolina desde depósitos de almacenamiento subterráneo. Los vertidos de

aceites de motor en suelos debido al manejo inadecuado del mismo son casi tan frecuentes como las fugas de gasolina ocasionado durante el transporte del petróleo. Las emisiones consecuencia de los naufragios petroleros han causado daños ecológicos de gran importancia en todo el mundo.

Los terrenos y aguas subterráneas contaminadas pueden ser regenerados mediante la aplicación de determinados métodos físicos y biológicos. Con la *biorecuperación*, se eliminan compuestos inorgánicos y orgánicos de los terrenos a través de la acción de microorganismos, que incluyen un amplio rango de compuestos orgánicos, muchos de los productos contaminantes que son vertidos en los terrenos sufren transformaciones, en condiciones normales o ambientales, hacia un estado no contaminante. Si se vierte un vaso de sumo de naranja en la superficie de un terreno, la mayor parte de sus componentes orgánicos serán degradados por las bacterias que habitualmente habitan en el terreno, en un periodo de tiempo relativamente corto. El tiempo necesario para esta degradación será en función de las características del suelo, la temperatura y la presencia de los nutrientes para el crecimiento microbiana, aunque los compuestos orgánicos del sumo serán degradados por dichos microorganismos hasta su estado de oxidación más bajo. En situaciones en las que se aplica biodegradación, resulta poco probable que las sustancias contaminantes sean degradadas de manera natural, o bien el tiempo necesario para su degradación es excesivamente largo

Perspectivas

Con base en la experiencia obtenida mediante la aplicación de las disposiciones y procedimientos de restauración de suelos derivados de las reuniones del GDT, se han detectado una serie de actividades pendientes a realizarse en el futuro inmediato con el fin de dar continuidad al proceso. Consideramos pertinente el enumerar las más relevantes.

- Al derramarse sustancias químicas en el suelo se configura inmediatamente un riesgo a los cuerpos de agua subterránea. Por ello, se hace necesario avanzar en la adecuación de los actuales Criterios Interinos en función de la presencia, uso y profundidad de los mantos freáticos someros así como de las características del suelo involucrado. El formato actual no hace esa tan necesaria diferenciación.
- Hay casos en que la contaminación presente es solo marginalmente mayor a los Cl's, se requiere una definición puntual sobre los Niveles de Acción y los de Restauración, entendiéndose el primero como el nivel que, en caso de ser rebasado, obliga a realizar acciones de limpieza, en tanto que el

segundo se refiere al máximo permisible de contaminantes en suelos después de la restauración.

- Para efectos legales, se tuvo que partir necesariamente de lineamientos generales aplicables para todo el país, sin embargo, reconociendo que los suelos no son uniformes ni en calidad, ni en composición o distribución, se pretende seguir usando el enfoque gradual y regional, para estar en condiciones de resolver de manera diferenciada, cuando así se requiera.
 - La restauración de suelos no es una actividad ajena a los otros tópicos ambientales, debido a ello y a la dinámica inherente a toda actividad novedosa, ha sido necesario ir modificando o adecuando los enfoques, ejemplo claro de ello fue la modificación a los criterios de muestreo o la sustitución de el solvente de extracción usado en el método EPA 418.1. Además, y para hacer contrastables los resultados de antes y después de la restauración se buscó tener un método de laboratorio único para cada contaminante. Como no se logró, se hizo lo necesario por tener el menor número posible de métodos por contaminante.
 - Reconociendo que el riesgo que representan los Inorgánicos Tóxicos (Metales Pesados IT's) depende mas de su disponibilidad que de su toxicidad, se reconoce que la cuantificación de los mismos es indispensable pero no suficiente. Por ello, es necesario definir qué porción de los IT's presentes puede estar disponible. El GDT avanzó ya en la definición de los procedimientos de extracción, pero habrá que afinar los límites máximos permisibles de los IT's Extraíbles (disponibles).
-
- Todavía no existe una determinación definitiva sobre el uso sugerido del Criterio Aditivo de riesgo cuando en un suelo está presente mas de un contaminante. Lo anterior es debido principalmente a :
 - (i) La discusión que todavía tiene lugar sobre la pertinencia del procedimiento de Evaluación de Riesgo y su incertidumbre asociada. Las posibles repercusiones legales obligan a tener cautela en la determinación de lo conducente.
 - (ii) La inexistencia de un procedimiento de Evaluación de Riesgo oficialmente autorizado en el país.
 - Para efectos de control se deberá requerir, como requisito indispensable antes de iniciar los trabajos de restauración, el protocolo de Aseguramiento y Control de la Calidad (QA/QC) respectivo, preparado por el laboratorio que se vaya a encargar de la toma de muestras y los análisis respectivos.
 - De los resultados presentados en el Registro de Restauraciones se puede concluir, conservadoramente, que es posible ahora ajustar los CI's, especialmente los relativos hidrocarburos. En caso de tomarse esa decisión,

- podría ser en el sentido de hacerlos más estrictos, aproximadamente un 10%.

Adicionalmente, y con base en los resultados mencionados, ya se está en posibilidad de construir una matriz que relacione a los contaminantes presentes con las posibles tecnologías de tratamiento ya probadas en México. Esta matriz serviría de primer filtro en la toma de decisiones respecto de la selección de las tecnologías aplicables, ya que es del conocimiento general que no todas las técnicas son aplicables a todos los contaminantes.

En ese sentido, también se hace necesario el compilar una descripción detallada e inequívoca de las técnicas de restauración que hayan demostrado su efectividad, junto con sus limitaciones, eficiencias, aplicabilidad, disponibilidad, etc. como una herramienta auxiliar mas en la efectiva toma de decisiones.

- Una práctica ya probada en México, y que está siendo cada vez más común a nivel mundial es el tratamiento térmico de materiales alternativos en hornos cementeros, independientemente de su capacidad calorífica o calidad como combustible alterno.

Esta opción conjuga la alta disponibilidad geográfica de hornos de clínquer, junto con la necesidad de dar un tratamiento final a suelos con poca o nula capacidad calorífica.

- Otro problema extendido en el país es el relativo a los suelos contaminados con plaguicidas. En su mayoría son suelos agrícolas, aunque también existen suelos industriales, específicamente aquellos de las plantas en las que se producían. Cada vez se hará más urgente la necesidad de proveer un marco reglamentario específico para este tipo de suelos agrícolas.

Por último, no debemos omitir mencionar la necesidad de aprovechar las experiencias internacionales en la materia, especialmente la relativa al llamado Superfondo de los EEUU. La impresión generalizada es que en ese programa se ha pecado de exceso y que, en algunos casos, se ha llegado a la bancarrota de las empresas involucradas por lo oneroso de los costos, no necesariamente los de la restauración, sino por los costos legales asociados.

En resumen, toda la información generada en el proceso debe tener un objetivo primordial, complementar el marco reglamentario a través de retroalimentar a las áreas normativas, especialmente al INE, con los resultados y experiencias de la aplicación práctica de los CI's y sus disposiciones complementarias.

Campo de Aplicación

Se ha determinado que en México hay básicamente cinco tipos de suelos contaminados con materiales y residuos peligrosos, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Derivados de Accidentes**

La liberación, accidental o dolosa, de materiales o residuos peligrosos a la biosfera modifica en alguna medida su composición por lo que se hace necesario exigir su restauración. Por ello, cualquier suelo contaminado con materiales o residuos peligrosos, que represente un riesgo para los ecosistemas o la población se constituye en una emergencia ambiental.

Normalmente los suelos contaminados de este tipo no requieren una caracterización sofisticada ya que se conoce cual es el producto derramado (normalmente uno solo), es relativamente sencilla su caracterización inicial y se conoce casi siempre al responsable. Cuando suceden en la transportación, los transportistas, además de cumplir con el reglamento de la SCT, están obligados a contar con un seguro ecológico y de responsabilidad civil que puede hacerse cargo de los gastos ocasionados por la restauración. Se cuenta con estadísticas al respecto.

Los suelos de uso industrial, dentro de la planta, aun cuando sean propiedad privada, merecen atención especial, ya que también deberán ser restaurados por ser parte del ambiente.

Para estos eventos, pueden usarse criterios generales, excepción hecha de los derrames que involucren sustancias de toxicidad aguda, cancerígenas o tóxicos sistémicos, en cuyo caso se recomienda investigación adicional.

Este tipo de eventos es el que se presenta en mayor número en el país, a manera de ejemplo vale recordar que durante los años de 1997 hasta el primer semestre del 2000, se registraron 1'881 emergencias en el país, de las cuales, aproximadamente el 42% conllevaron la afectación del suelo.

- **Detectados a través de Auditoría Ambiental**

El proceso de Auditoría Ambiental, al ser una revisión metodológica exhaustiva de los procesos industriales en materia ambiental, incluye el manejo de materias primas y residuos, detecta aquellos sitios de depósito de residuos que, por cualquier razón, se fueron acumulando al paso del tiempo y que representan entonces un pasivo ambiental.

Estos sitios presentan una problemática especial: normalmente los materiales presentes no están claramente identificados, a menudo están mezclados, están depositados en tanques corroídos, sobre suelo natural o enterrados. Por el tiempo transcurrido, representan un riesgo para el agua subterránea y para la salud de los trabajadores y de la población en general.

Para este tipo de sitios es para los que se encarece una evaluación de riesgo a la salud o al ambiente. Normalmente, el dueño del predio o el responsable, tiene un registro histórico, oficial o extraoficial, de los depósitos realizados. Esto permite un mejor enfoque del problema y su solución. El hecho de haber sido detectado a través del proceso de Auditoría Ambiental, permite la inclusión de la restauración en el Plan de Acción concertado, lo que redonda en cierta flexibilidad en cuanto a los tiempos de ejecución y la determinación de los procedimientos de restauración.

Durante el proceso de Auditoría Ambiental realizado a las cincuenta plantas de una empresa automotriz, la aparición recurrente de suelos contaminados con la misma mezcla de productos en diversas instalaciones permitió, en la firma de los convenios correspondientes, la inclusión de la restauración de los suelos contaminados.

Los sitios detectados a través de Auditorías Ambientales, aunque menores en número, que los derivados de Accidentes Ambientales son, en general, de un área y complejidades mayores de las más de 1,500 Auditorías que se han realizado hasta la fecha, se han detectado cerca de 300 sitios contaminados de todos los tamaños. Se ha comprometido la restauración de todos ellos.

- Detectados a través del Procedimiento de Verificación Industrial

Como se mencionó, la PROFEPA es la encargada de vigilar el cumplimiento del adecuado manejo, disposición, confinamiento y/o reciclaje de los residuos peligrosos generados por las industrias, con fundamento en la Legislación existente en Materia de Residuos Peligrosos. En muchos casos, estos residuos mal dispuestos contaminan al suelo subyacente.

Durante 1994 y 1995 en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y el estado de Hidalgo, personal adscrito a la Subprocuraduría de Verificación Industrial (SVI) supervisó el retiro y restauración de sitios clandestinos donde fueron depositados residuos peligrosos por diferentes industrias, pertenecientes a diferentes giros industriales tales como: fundición secundaria de plomo, pinturas, farmacoquímica y elaboración de plaguicidas; en donde se detectó un manejo inadecuado de residuos peligrosos. A la fecha se han retirado más de 30 mil toneladas de residuos de estos sitios, a continuación se detallan los casos más representativos.

Una empresa dedicada a la recuperación de plomo a partir de baterías de desecho, actualmente fuera de operación, depositó sus residuos en al menos tres sitios localizados en el Estado de Hidalgo; en el Ejido de Téllez, Municipio de Zempoala; en el Pueblo de San Bartolo, en Pachuca; y en diferentes áreas a lo largo de la Autopista México-Pachuca. Por ello, fue presentada una denuncia ante la Delegación de la PFFA en Hidalgo. Se instauró el procedimiento correspondiente y se ordenó el retiro de los residuos detectados. A principios de enero de 1994 se inició el retiro de residuos y el día 15 del mismo mes se dieron por concluidos los trabajos con la remoción de aproximadamente 12,000 toneladas en la planta y 7,000 en los sitios clandestinos.

El 18 de enero de 1994, se recibió una denuncia popular por parte de Protección Civil del Municipio de Chimalhuacán, Estado de México referente a un tiradero clandestino de residuos peligrosos. Al día siguiente, se realizó visita de inspección en la cual se detectaron 8 montículos de residuos, entre los que se encontraban polvo gris y anaranjado mezclados con residuos de balatas. De las indagaciones realizadas se dedujo que dichos residuos coincidían con los provenientes de una empresa dedicada a la fabricación de balatas cerca del lugar. La empresa aceptó la propiedad de los residuos. Posteriormente, se iniciaron las operaciones de recolección, traslado y disposición final de aproximadamente 672 toneladas.

En marzo del mismo año, se recibió queja sobre una empresa formuladora de plaguicidas en la Delegación Iztapalapa, por la generación de olores. Se decretó la clausura parcial temporal de la empresa como medida de urgente aplicación. Posteriormente se realizaron análisis de muestras de techos, pisos y sitios de la bodega, mismos que demostraron que los materiales almacenados eran productos o sustancias caducos. Se ordenó un plan de trabajo de limpieza, desactivación y neutralización de plaguicidas de la bodega. Se retiraron aproximadamente 100 toneladas de residuos peligrosos de este predio.

En el mismo año, se presentó una denuncia en contra de un tiradero ubicado en San Bartolomé Coatepec, Municipio de Huixquilucan, Estado de México, en el que se encontraron residuos de origen industrial (presumiblemente del giro farmoquímico). Durante ese mismo mes se realizó visita de inspección a una empresa con este giro industrial ordenándose la clausura parcial temporal de la empresa por irregularidades relacionadas con el manejo de residuos peligrosos. Durante esta visita de inspección se tomaron muestras de los residuos generados por la empresa para su caracterización. Asimismo, se tomaron muestras del tiradero antes referido concluyéndose, mediante estudios de laboratorio, que había similitud entre los componentes de los residuos encontrados en la empresa y en el tiradero. Posteriormente se recibió escrito de la empresa mediante el cual aceptó que parte de los residuos encontrados en este predio fueron generados por ella. El 3 de agosto de 1994 se realizó visita para verificar el retiro de los residuos peligrosos a fin de enviarlos a

confinamiento controlado concluyendo los trabajos de remoción el mismo día, durante este periodo se retiraron un total de 13 toneladas.

En noviembre de 1994, durante la inspección a varias ladrilleras en Acolman, Estado de México, se encontraron residuos de natas de pintura y solventes sucios. En dichas inspecciones se encontró que los residuos provenían de una empresa productora de pinturas, por lo que se le realizó una visita de inspección. Durante la misma se detectó una gran cantidad de residuos peligrosos manejados sin las medidas mínimas de seguridad, por ello, se decretó la clausura total temporal a la empresa y se dictaron las medidas de urgente aplicación correspondientes, con estas acciones se logró el retiro de un total de 650 toneladas de residuos peligrosos.

A finales de 1994, se inspeccionaron 16 ladrilleras más en las cuales se encontraron diversos residuos, entre ellos, colas de destilación de solventes, estopas impregnadas con solvente y pinturas, lodos de tratamiento de aguas, solventes sucios, natas de pintura y resinas. Dichos residuos pertenecían a otra importante empresa productora de pinturas, por ello, se decretó como medida de seguridad la clausura total temporal de la empresa. Posteriormente, a través de un acuerdo, se obligó a la empresa a disponer de los residuos peligrosos encontrados en su planta, así como los localizados en las diferentes ladrilleras. El resultado fue el envío a confinamiento de alrededor de 9,000 toneladas.

El 8 de marzo de 1995 se inició el retiro de residuos peligrosos del Banco de Tezontle ubicado en el Municipio de Atotonilco, Estado de Hidalgo. Las muestras tomadas de este sitio revelaron que se trataba de un residuo peligroso debido a sus características corrosivas y a su alto contenido de plomo. El residuo se identificó como polvo de fundición y fue depositado por una empresa fundidora cercana, por lo que se inició acción conforme a derecho y se obligó a la industria a retirar más de 6,000 toneladas de residuos peligrosos depositados en este sitio.

En marzo de 1996 se recibió denuncia en contra de una empresa química, investigaciones posteriores determinaron un volumen de material contaminado con hidrocarburos (básicamente aromina 150) de aproximadamente 3,700 m³. Aunque se presentó como alternativa para la limpieza de este sitio a la restauración biológica, durante la restauración se utilizaron solamente operaciones físicas: extracción de vapores e inyección de aire. El día 3 de junio de 1998 se dan por concluidos los trabajos de limpieza, quedando pendiente un monitoreo final de HTP's en aguas subterráneas.

En agosto de 1996 se recibió denuncia popular por contaminación de suelo con hidrocarburos. La contaminación denunciada abarcaba el predio de la empresa y la cava de la casa contigua, propiedad del denunciante. La empresa se encuentra actualmente clausurada y se le requirió la presentación de estudios

con el propósito de determinar la extensión de la contaminación en suelo natural. La documentación presentada carece de información, ya que no se ha determinado el volumen del suelo contaminado ni el área afectada. Actualmente la empresa esta por presentar información al respecto e iniciar los trabajos de restauración.

- Abandonados

En 1995 la Procuraduría inició un programa, en el ámbito nacional, tendiente a la identificación de este tipo de sitios. Este programa ha generado un listado de los sitios identificados con información general del tipo y la cantidad de residuos presentes, su problemática ambiental y social, y su situación legal. Se ha dado especial atención a los sitios que contienen Bifenilos policlorados (PCB's), solventes, plaguicidas, azufre, metales pesados e hidrocarburos.

Se han realizado evaluaciones preliminares de los daños ambientales en San Luis Potosí, Guanajuato, Zacatecas y Nuevo León. Además, para realizar una identificación más detallada de los sitios y analizar sus afectaciones al ambiente, se realizaron estudios para la Identificación y Evaluación Preliminar de Sitios de Depósito Clandestino de residuos peligrosos en Baja California, Chihuahua, Sonora, Coahuila y Tamaulipas; Veracruz, Estado de México, Hidalgo, Jalisco y Querétaro.

Asimismo, se han clasificado cada uno de los sitios en función de: (i) los daños ambientales ocasionados, (ii) el riesgo que para el ambiente y la población representan, (iii) el tipo y cantidad de los residuos presentes, y (iv) las características propias de cada zona.

Sin embargo, este tipo de estudios solo es el principio de la solución al grave problema que representa la presencia de esta clase de sitios distribuidos a lo largo del territorio nacional, puesto que además de verificar y validar la información existente, se requiere determinar con seguridad el tipo de contaminantes presentes y sus volúmenes y características físicas, químicas y toxicológicas. Esto se justifica dado que en dichos sitios es posible encontrar una gran variedad de residuos que pueden ir desde escombros y residuos municipales hasta PCB's y metales pesados, lo que representa un grave riesgo para la población y el medio ambiente.

Paralelamente a la caracterización de los sitios, se hace necesario llevar a cabo acciones tendientes a la limpieza y restauración de los sitios prioritarios que a la fecha se han detectado, y para los cuales no se ha podido identificar a los responsables.

Las características propias de estos sitios y el tipo de residuos que han sido depositados en ellos representan un inminente riesgo de afectación al ambiente

y a la población, debido a que en la mayoría de las ocasiones los residuos se han dispuesto a granel sobre cualquier terreno y sin ninguna protección, propiciando que los mismos migren a los mantos freáticos, al aire o a cuerpos de agua superficiales. Además, la carencia de señalización y la falta de restricción del paso a los mismos, ha ocasionado que la población fácilmente entre en contacto con los residuos y se vean afectados seriamente por la toxicidad de muchos de estos.

Los graves problemas de salud y el deterioro ambiental que ocasionan estos residuos, depositados ilegal e inadecuadamente, aunado al hecho de no tener identificados a los responsables de este delito, han creado la necesidad de que el Gobierno Federal intervenga de manera urgente y dé solución a este problema, para lo cual se requiere de una gran cantidad de recursos económicos.

- **Notificados Voluntariamente ante la autoridad**

Existen industrias poseedoras de sitios contaminados que, de manera voluntaria y con el objeto de finiquitar sus pasivos ambientales, han decidido unilateralmente presentarse ante la Profepa para conocer los procedimientos relativos a la restauración de suelos contaminados establecidos por esta autoridad.

Se les ha requerido su evaluación de daños y su propuesta de restauración, habiéndose concluido a través de este mecanismo más de cuarenta restauraciones con suelos contaminados, casi en su totalidad por hidrocarburos, y dentro de instalaciones industriales.

El procedimiento delineado en párrafos anteriores se muestra en forma de diagrama de flujo en la figura 6.1 conocido como Procedimiento Profepa para la restauración de suelos contaminados.®

Como marco Jurídico vigente:

En el presente capítulo se considera el ámbito jurídico de actuación de las autoridades ambientales que para este documento interesan, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), referido a la obligatoriedad de que quien realice obras o actividades que afecten al ambiente repare los daños que cause.

Inicia en el año de 1972 con la promulgación de la *“Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental”*, esta Ley regulaba genéricamente los

problemas de contaminación; sin embargo, no era específica en lo que a problemas de contaminación de suelos se refiere.

En el año de 1982, se abroga la Ley antes citada con la promulgación de la *“Ley Federal de Protección al Ambiente”*; la cual regulaba los problemas de contaminación de aire, agua y suelo; estableciendo un sistema de concurrencia y coordinación entre dependencias y determinando a la autoridad competente para su aplicación, (la hoy extinta Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología). Tampoco de esta ley se desprendieron normas relacionadas con la protección de los suelos, o la promulgación del reglamento respectivo.

En el año de 1988 se publica la *“Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”* (LGEEPA), en esta Ley se establece, entre otras cosas, la corresponsabilidad entre autoridades y particulares en el cuidado del ambiente y la descentralización de funciones a estados y municipios. El 13 de diciembre de 1996, se reforma esta Ley y se incorporan, entre otros, los instrumentos de política ambiental denominados Criterios Ecológicos, Autorregulación y Auditoría Ambiental.

A pesar de las diversas regulaciones antes citadas, para el suelo no existen, hasta la fecha, Normas Oficiales Mexicanas (NOM) o Normas Mexicanas (NMX) que establezcan los límites máximos permisibles de contaminantes en un suelo después de haber sometido a éste, a un tratamiento de restauración.

Hasta julio de 1996, en que se publicó el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), e inclusive posterior a éste, las actividades sobre restauración de suelos contaminados se encontraban dispersas y desarticuladas.

Para el caso de una emergencia, el procedimiento anteriormente descrito, consumía demasiado tiempo y resultaba contraproducente, ya que la respuesta profesional a un evento de esta naturaleza debe ser inmediata, con la finalidad de evitar que acciones inapropiadas o las propias condiciones meteorológicas agraven el problema.

Para subsanar estas deficiencias, entre 1997 y 1998 se decidió centralizar las actividades de restauración de suelos contaminados en la autoridad operativa encargada (Profepa).

Por tal motivo, con base en lo dispuesto en la LGEEPA y en el Reglamento Interior de la SEMARNAP, se precisaron e innovaron algunos preceptos sobre el particular, confiriendo a la Profepa atribuciones específicas en materia de restauración de suelos contaminados.

Conforme al artículo 74 fracción IV, del Reglamento Interior de la SEMARNAP, la Dirección General de Emergencias Ambientales (DGEA) se encuentra facultada para *“Emitir recomendaciones para aplicar medidas preventivas, correctivas y de seguridad para la atención de emergencias ambientales...”*, acciones que por supuesto involucran programas o tecnologías de restauración, con los límites o parámetros que se dicten a quienes realicen estas actividades.

Los artículos de la LGEEPA y del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca que se refieren explícitamente al tema son:

1º fracciones III, V, VI y IX; 3º fracciones I, VI, VII, VIII, X, XII, XIII, XIV, XVI, XXII, XXV, XXVI, XXXI, XXXII y XXXIII; 15 fracciones III, IV y XII; 134 fracciones I, II, III, IV y V; 135 fracciones I, II, III y IV; 136 fracciones I, II, III, y IV; 139; 151; 152 BIS; 160; 170 y 170 BIS. Todos ellos relacionados con los artículos 74 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX y X; y 61 fracción XI del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP); disposiciones que precisan el orden público e interés social que tutela el principal ordenamiento y cuyo objeto está encaminado a propiciar el desarrollo sustentable, entendiéndose por este, *“el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”*, estableciendo, entre otras bases, las de garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio sano, preservando, restaurando y mejorando el ambiente, previniendo y controlando la contaminación de aire, agua y suelo, estableciendo los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre las autoridades, entre estas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales.

Para los efectos del presente documento es importante destacar uno de los principios esenciales de la política ambiental en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, contenido en la fracción IV del artículo 15 de la LGEEPA, en donde se consigna que *“toda persona que realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligada a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, asumiendo los costos que dicha afectación implique”*. Dicho principio abunda también en lo referente a la obligación de incentivar a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.

De otra parte, pero en estrecha vinculación con lo anterior, es de resaltar la importancia del artículo 152 BIS de la propia ley, que dice que tratándose de contaminación de suelos por la generación, manejo o disposición final de

materiales o residuos peligrosos¹ los responsables de dichas operaciones deben realizar las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo y así estar en posibilidad de reintegrarlo a su vocación natural en los términos del programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico aplicable.

Ahora bien, abundando en los términos del texto legal en materia de *prevención y control de la contaminación del suelo*, se deben tomar en cuenta, diversos criterios, como son:

- ❖ **Corresponsabilidad** entre estado y sociedad para prevenir la contaminación de los suelos;
- ❖ **Control de residuos**, en tanto que estos constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
- ❖ **Prevenir y reducir la generación de residuos** sólidos, municipales e industriales;
- ❖ **Incorporar técnicas y procedimientos para el reuso y reciclaje de los residuos;**
- ❖ **Regular el manejo y disposición final eficientes de los residuos;**
- ❖ **Prevenir los daños que pudiera ocasionar el uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas**, el cual debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas considerando sus efectos sobre la salud humana;
- ❖ **Recuperar o restablecer las condiciones de suelos contaminados con materiales o residuos peligrosos**, 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.

Los criterios enunciados, deben ser considerados en los casos siguientes:

- a).- En la ordenación y regulación del desarrollo urbano
- b).- En la operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios
- c).- En 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

d).- En 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.

Por su parte, toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se debe sujetar a lo que disponga la LGEEPA, la Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Como referencia evolutiva reciente de las actividades de restauración de suelos podemos decir que en los términos del hoy abrogado Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de junio de 1992, el INE contaba con atribuciones para establecer normas y criterios que aseguraran la conservación o restauración del ambiente, en particular en situaciones de emergencia o contingencia ambiental, mientras que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en materia de sitios contaminados, se ajustaba a dar seguimiento a las técnicas y niveles de restauración que autorizaba dicho Instituto caso por caso, ya que no se contaba --y no se cuenta aún-- con disposiciones reglamentarias que permitieran tener un esquema de actuación homogéneo que brindara seguridad jurídica al eventual generador de un problema de contaminación de suelos.

En una actividad tan incipiente, se pensó que dicho procedimiento funcionaría, sin embargo en el ámbito operacional resultó inapropiado ya que se imponían criterios y parámetros diversos para similares casos; protocolos de pruebas de tecnologías que bien podían funcionar en laboratorio y no en campo, sin embargo se les otorgaba una "carta de viabilidad" que en algunos casos quien la recibía le daba un uso inadecuado (la presentaba ante sus clientes como "autorización" o "aval" de la autoridad para realizar determinados trabajos); padrones de consultores no regulados por disposición legal expresa, etcétera. En fin, todo lo anterior aunado a la tardanza en los procedimientos de autorización de inicio de los trabajos de restauración, resultaba contraproducente, sobre todo en casos emergentes, ya que la respuesta profesional a un evento de esta naturaleza debe ser inmediata, con la finalidad de evitar que acciones inapropiadas o las propias condiciones meteorológicas agraven el problema, motivo por el cual se precisaron e innovaron algunos preceptos sobre este particular tanto en las modificaciones a la LGEEPA como en el Reglamento Interior de la SEMARNAP de fecha 5 de junio del 2000 confiriéndose atribuciones específicas en la materia a la PROFEPA.

A efecto de detallar la gestión técnico-administrativa en materia de atención de emergencias ambientales y restauración de sitios contaminados, se realizó una revisión de las facultades conferidas tanto al INE como a la Profepa, encontrando lo siguiente:

Efectivamente, las fracciones IV y V del Artículo 36 del abrogado Reglamento Interior de la Sedesol publicado el 4 de junio de 1992 en el Diario Oficial de la Federación, decían textualmente:

Artículo 36.- “El Instituto Nacional de Ecología, como Organo Desconcentrado de la Secretaría de Desarrollo Social, tendrá las siguientes atribuciones:

I a III ...

IV.- Establecer normas y criterios ecológicos para la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales y para preservar y restaurar la calidad del ambiente, con la participación que, en su caso, corresponda a otras dependencias de la Administración Pública Federal.

V.- Determinar las normas que aseguren la conservación o restauración de los ecosistemas fundamentales para el desarrollo de la comunidad, en particular en situaciones de emergencia o contingencia ambiental, así como en actividades altamente riesgosas, con la participación que corresponda a otras dependencias de la Administración Pública Federal y a los gobiernos estatales y municipales.”

Por su lado, el actual Reglamento Interior de la SEMARNAP, en su artículo 61 fracción XI, que se refiere a las atribuciones de la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas del INE, le confiere facultades para:

“Coadyuvar con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en la determinación de las medidas necesarias para el manejo adecuado de materiales y residuos peligrosos y la atención de emergencias ambientales, así como para la prevención y control de accidentes que involucren materiales y residuos peligrosos y los que puedan causar graves desequilibrios ecológicos y participar en su aplicación.”

Es de destacarse que dentro de las atribuciones conferidas fue incorporada entre otras la fracción XVI que a la letra nos señala:

“Evaluar, dictaminar y resolver sobre la utilización de tecnologías y sustancias para la restauración de suelos contaminados por materiales y residuos peligrosos”;

Como puede apreciarse, la Dirección en comentó llevará a cabo la evaluación, dictaminación y resolución sobre la utilización de las tecnologías que sean propuestas. Por otro lado, no se hace referencia alguna a la intervención directa y autónoma de dicha Unidad Administrativa en dichas acciones ni en las de restauración de sitios contaminados que en si mismos no representan una emergencia ambiental.

Por otra parte, el artículo 170 de la LGEEPA, prevé expresamente que:

“Cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico, o de daño o deterioro grave a los recursos naturales, casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes o para la salud pública, la Secretaría, fundada y motivadamente, podrá ordenar alguna o algunas de las siguientes medidas de seguridad”:

I.- La clausura temporal, parcial o total de las fuentes contaminantes, así como de...

II.- El aseguramiento precautorio de materiales y residuos peligrosos, así como de...

III.- La neutralización o cualquier acción análoga que impida que materiales o residuos peligrosos generen los efectos previstos en el primer párrafo de este Artículo.”

El artículo 170 BIS del propio ordenamiento prevé:

“Cuando la Secretaría ordene alguna de las medidas de seguridad previstas en esta Ley, indicará al interesado, cuando proceda, las acciones que debe llevar a cabo para subsanar las irregularidades que motivaron la imposición de dichas medidas, así como los plazos para su realización, a fin de que una vez cumplidas éstas, se ordene el retiro de la medida de seguridad impuesta.”

Por lo que se refiere a la revisión de las atribuciones conferidas a la Profepa en el propio Reglamento resulta lo siguiente:

Conforme al Artículo 74 fracción IV, del Reglamento Interior de la SEMARNAP, la Dirección General de Emergencias Ambientales (DGEA), se encuentra facultada para:

“Emitir recomendaciones para aplicar medidas preventivas, correctivas y de seguridad para la atención de emergencias ambientales.....”

Acciones que por supuesto involucran programas o tecnologías de restauración, con los límites o parámetros que puedan ser exigibles a quienes realicen estas actividades.

A mayor abundamiento, conforme a las respectivas fracciones VI y VII del propio artículo 74, la DGEA cuenta con atribuciones para:

“Determinar los lineamientos y criterios para la formulación, desarrollo y evaluación de programas de restauración de daños originados por emergencias y contingencias ambientales, que involucren materiales o residuos peligrosos.”

“Elaborar programas para la identificación, evaluación y restauración de sitios contaminados que pongan en peligro a las personas o al ambiente.”

Por las razones expuestas, cuando ocurren accidentes en los que se encuentran involucrados materiales y/o residuos peligrosos y se percibe la afectación del ambiente, actualizándose la hipótesis normativa contenida en el artículo 170 de la Ley de la materia, la PROFEPA ordena al responsable, entre otras cosas:

La neutralización o acciones análogas que impidan que los materiales o residuos peligrosos generen los efectos previstos en el primer párrafo del citado artículo 170, para lo cual resulta indispensable que el generador del problema efectúe:

- Un Estudio de evaluación de daños ambientales.- Se requiere como condición inmediata, previa al inicio de cualquier acción de restauración. Estos trabajos deben efectuarse por personal capacitado para ello y así estar en posibilidad de que las medidas de seguridad sean dictadas responsablemente con respaldo técnico-científico. El documento debe incluir todos los componentes del medio que fueron afectados y una estimación sobre el grado de afectación.
- Propuesta de restauración.- Se acompañará al estudio de evaluación de daños ambientales y debe contener precisamente la tecnología que se piense aplicar, (método(s) probado(s)), los niveles de limpieza propuestos, las áreas a tratar y el tiempo que se planea invertir en cada una de las fases de la restauración (programa calendarizado).
- Investigación del accidente.- Sobre todo en accidentes dentro de una industria, cabe dictar como medida de seguridad, la “investigación del accidente” que consiste en ordenar al responsable, que una vez controlado el

- evento, se analice con método, cual fue la causa raíz que lo originó y así estar en posibilidad de corregir la eventual anomalía, (capacitación de

Personal en caso de falla humana, sistemas de alerta, especificaciones técnicas inadecuadas de válvulas, etcétera) en caso contrario, el riesgo de que se repita el evento es sumamente elevado, es decir, subsistiría un inminente riesgo de afectación al entorno y no procedería el levantamiento de alguna otra medida de seguridad impuesta, como pudiera ser la clausura.

Por último, el artículo 88 fracción XII del multicitado Reglamento Interior de la SEMARNAP establece expresamente que corresponde a las delegaciones de la PFFPA en las entidades federativas en el ámbito de su circunscripción territorial:

“Ordenar las medidas de seguridad que procedan, cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico o casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes o la salud pública, así como la medidas de urgente aplicación señalando los plazos para su cumplimiento.”

Del orden de ideas expuesto podemos concluir, que conforme a la distribución de competencias plasmada en la LGEEPA y en el Reglamento Interior de la SEMARNAP, las facultades en cuanto a la aplicación de medidas de seguridad contempladas en el artículo 170 de dicha Ley y a la determinación de parámetros para la restauración de sitios contaminados cuando no existe una NOM específica, son, a partir de julio de 1996, responsabilidad de la Profepa, razón por la cual la Dirección General de Emergencias Ambientales decidió proponer y establecer un Grupo de Trabajo sobre Restauración de Suelos Contaminados (GDT), integrado tal y como aparece detallado en el capítulo 5. Este GDT tiene entre sus principales objetivos: Definir criterios, lineamientos y niveles interinos de limpieza, esto último en tanto el INE, a través de los procedimientos jurídicos pertinentes, publica las NOM's sobre “procedimientos, niveles de limpieza o criterios definitivos de restauración de suelos contaminados”.

En lo que se refiere a residuos peligrosos el “manejo” comprende el almacenamiento, recolección, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y/o disposición final, tal y como lo señala el artículo 9º del Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1988 que al no contravenir a la ley sustantiva continúa en vigor, tal y como lo preceptúa el artículo tercero transitorio de la invocada ley.

El Grupo de Trabajo sobre Restauración de Suelos Contaminados (GDT)

Relación con la disposición y procedimientos para la Caracterización y Restauración de suelos contaminados.

Con base en lo expuesto en los capítulos anteriores, y con la finalidad de establecer un procedimiento expedito y confiable que rigiera las actividades de restauración de suelos contaminados, la Profepa convocó la creación de un Grupo de Trabajo sobre la materia.

Se consideró indispensable en primera instancia el rescatar la experiencia que en este tipo de trabajos se había estado generando en el país. Esto es, se tuvo cuidado en detectar a las instancias que habían estado participando en el "Procedimiento técnico-administrativo que deben cumplir los promoventes de servicios para la Restauración de Sitios Contaminados con Materiales y Residuos Peligrosos", instaurado en 1997 por el INE, ya sea como Organo Colegiado o como Centro de Investigación Superior. También se invitó a otras instituciones que habían desarrollado actividades relacionadas, todo ello con el fin de invitarlas a integrarse al GDT en ciernes.

Por ello, las entidades convocadas a la integración del GDT fueron las siguientes:

- El Instituto Nacional de Ecología (INE)
- La Comisión Nacional del Agua (CNA)
- El Programa Universitario del Medio Ambiente de la UNAM
- El Centro de Investigación y Capacitación Ambiental del INE (CENICA)
- El Instituto de Ingeniería de la UNAM
- La Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco
- La Facultad de Química de la UNAM
- El Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV)
- El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
- El Instituto de Geografía de la UNAM
- El Colegio de Ingenieros Ambientales
- El Gobierno del Distrito Federal

Con base en la experiencia enfrentada, se decidió que el GDT no otorgaría acreditamientos de tecnología *a priori*. Esto es, que validara que una tecnología funcionará antes de poder comprobarlo a través de la presentación de resultados obtenidos de análisis de laboratorio. Esta decisión se basó en que, aún cuando una tecnología haya funcionado exitosamente con anterioridad, no se puede asegurar que en todos los casos invariablemente sucederá así.

Sobretudo debido a la variedad de condiciones ambientales y del tipo y distribución de contaminantes.

Por ello, existía consenso sobre la necesidad de dictaminar caso por caso sobre todas y cada una de las propuestas de restauración que se presentaran. Fue entonces evidente que habría que evaluar todas las peculiaridades presentes en cada caso de contaminación de suelo a restaurar, evitando en lo posible el uso de autorizaciones de aplicación general, habida cuenta de la diversidad de climas, suelos, altitudes y demás condiciones que pueden presentarse en un país tan vasto como México. En consecuencia, se acordó que todas las propuestas de restauración se revisarían y dictaminarían individualmente.

Adicionalmente, la decisión se basó en el hecho de que la Ley Federal de Metrología y Normalización reconoce solo dos de estas figuras: el acreditamiento y la certificación. El acreditamiento es facultad exclusiva de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, misma que, haciendo uso de tal facultad, puede acreditar a Organismos de Certificación. Resulta claro entonces que este GDT, al no pretender convertirse en un organismo de certificación y, menos aún, invadir la esfera de competencia de SECOFI, no podría otorgar este tipo de reconocimientos.

Todo esto redundó en que la posición inicial expresada por Profepa en el sentido de utilizar un enfoque a resultados, puntualizando el hecho de que la LGEEPA establece que el responsable de contaminar al ambiente está obligado a restaurarlo a sus condiciones originales, y cubrir los costos que estas acciones conlleven.

Por lo anterior, la decisión de realizar las acciones de restauración a través de un tercero o por sí mismo le compete únicamente al contaminador. Esto es, la responsabilidad de la restauración del suelo, o de cualquier otra parte del medio, no se transfiere en ningún momento y, ante la autoridad, seguirá correspondiendo al contaminador.

Una inquietud manifiesta entre los integrantes del GDT se refiere a que, en algunos casos, algunos sitios formalmente restaurados, al paso del tiempo volvían a presentar problemas de contaminación por los productos de los cuales se había buscado limpiar. Por ello, se puntualizó la necesidad de dar seguimiento a los suelos restaurados una vez que se hubieran alcanzado los límites de limpieza convenidos para ese caso en particular.

Otro problema adicional al que se enfrentaban quienes decidían realizar actividades de restauración de suelos, es que no se habían determinado ni las especificaciones ni los métodos de laboratorio para cada uno de los contaminantes usualmente involucrados. De tal forma los resultados obtenidos

no eran en ningún sentido comparables, por lo que no podía determinarse inequívocamente el momento en que una restauración había sido concluida.

En consecuencia, durante su segunda sesión ordinaria, el GDT acordó que sus Objetivos serían:

1	Definir criterios, lineamientos y niveles interinos de limpieza
2	Documentar métodos exitosos y no exitosos
3	Preparar el Registro de Restauraciones
4	Definir Programas de seguimiento de sitios restaurados
5	Definir técnicas, métodos y especificaciones de laboratorio
6	Definir programas de seguimiento de restauraciones

El GDT tuvo su primera reunión el 17 de febrero de 1998 y durante ese año, 1999 y 2000 se han realizado mas de treinta reuniones ordinarias y una extraordinaria.

La reunión extraordinaria referida en el párrafo anterior, tuvo como objetivo principal el dar a conocer a los Gerentes de Protección Ambiental y Seguridad Industrial de las 4 Subsidiarias de Petróleos Mexicanos, sobre los cambios incorporados en la reglamentación vigente para la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente.

A la reunión aludida asistieron los representantes del INE, los mencionados de Petróleos Mexicanos y de la Profepa. La importancia de la reunión radica en que la mayor afectación al suelo se presenta en un número relativamente pequeño de casos, los que además, llaman poderosamente la atención de la opinión pública por tratarse de una empresa paraestatal.

Como consecuencia de las deliberaciones realizadas en el seno del GDT, y como una extensión de sus acuerdos, los principales compromisos entre las autoridades a los que se llegaron en esta reunión extraordinaria se encuentran los siguientes:

- En tratándose de emergencias ambientales tal y como están definidas en la LGEEPA, para la restauración del suelo se utilizarán los criterios interinos convenidos en el seno del GDT.
- Profepa no autorizará tecnologías genéricas, todos los casos se revisarán individualmente y, de proceder, se autorizará su ejecución.

- El procedimiento para iniciar una restauración consistirá en la presentación de una Evaluación de Daños Ambientales y una Propuesta de Restauración ante la Profepa, misma que resolverá sobre su pertinencia y autorizará la iniciación de los trabajos. Así mismo, este Organismo Desconcentrado dará por concluida la restauración una vez que se haya demostrado, a través de análisis de laboratorios reconocidos, que los criterios interinos de restauración se hayan alcanzado.
- Tanto las Evaluaciones como las propuestas mencionadas deberán ajustarse a lo dispuesto en las Guías respectivas, mismas que se presentan íntegramente como anexos al presente documento.
- Con base en evaluaciones de riesgo ecológico o a la salud, o por los mecanismos que considere convenientes, en su momento, el INE publicará los criterios definitivos en la materia. Se pretende también que el INE estudie y apruebe una metodología para Evaluación de Riesgos, a partir de este momento, la Profepa se encargará de vigilar el cumplimiento de estas disposiciones.
- La aprobación de la viabilidad por parte del INE ya no será necesaria para los trabajos de restauración.
- En tanto no existan normas o criterios de carácter obligatorio oficialmente emitidos, prevalecerá el procedimiento y criterios que para el caso de emergencias ambientales establezca la Profepa.

Adicionalmente se ha venido trabajando en un esquema de cooperación interinstitucional, similar al delineado en los párrafos anteriores, pero ahora con la Comisión Federal de Electricidad y Ferrocarriles Nacionales de México, todo ello en el marco de los programas de Auditoría Ambiental que se están llevando a cabo por dichas paraestatales.

Como la Constitución General de la República obliga a las autoridades a dar un trato igual a los iguales, el procedimiento delineado será el mismo que la Profepa aplique a todos los casos de restauración de suelos considerados como emergencias ambientales que tenga conocimiento.

El GDT, a lo largo de su funcionamiento, ha cumplido con la mayoría de los objetivos propuestos, además ha demostrado su eficacia en la definición de la pertinencia, contenido y alcances de propuestas especiales de restauración de suelos. Conviene resaltar una vez más el enfoque temporal e interino de sus disposiciones, mismas que servirán de base para la emisión de la reglamentación definitiva en la materia, y serán abrogadas por ella.

Por todo lo anterior el GDT se ha convertido en un Foro de consulta y apoyo permanente. Ha recibido a empresas consultoras y a los laboratorios especializados con el fin de enriquecer sus discusiones; además planea invitar a grupos y organizaciones civiles con interés en la materia. Adicionalmente se invitó a Petróleos Mexicanos Exploración y Producción a una reunión cuyo único objetivo fue el conocer de primera mano el punto de vista y experiencias de esta paraestatal.

La Restauración de Suelos Contaminados

El suelo y sus funciones

Una de las definiciones de suelo lo refiere como el material no consolidado sobre la superficie de la tierra, mismo que ha sido formado mediante una dinámica natural a partir de la corteza terrestre con la influencia de los diversos factores ambientales. El proceso para tener un suelo en su estado comúnmente conocido puede tomar cientos y hasta miles de años. Por ello, el suelo es un medio complejo y dinámico en constante evolución.

Además, el suelo constituye un recurso natural que desempeña diversas funciones entre las que destacan las siguientes: su papel como medio filtrante durante la recarga de acuíferos y de protección de los mismos; es parte integrante del escenario donde ocurren los ciclos biogeoquímicos, hidrológicos y de la cadena alimentaria; es el espacio donde se realizan actividades agrícolas y ganaderas y, es el asiento de las áreas verdes de generación de oxígeno. A continuación se detallan estas funciones.

- El suelo es el filtro que limpia el agua de lluvia que recarga los acuíferos y que los protege contra la contaminación. El agua de lluvia arrastra un sinnúmero de compuestos durante su recorrido, éstos son retenidos en el suelo y subsuelo, de aquí que se hable de su capacidad amortiguadora. Algunos compuestos son transformados por la microbiota nativa, antes de llegar a los acuíferos. Para resaltar esta importante función del suelo conviene recordar que los acuíferos constituyen la principal fuente de suministro de agua de las poblaciones.
- El suelo es la base para la vida del hombre y los animales, permite la implantación de las raíces de las plantas y les proporciona agua y elementos nutritivos. La producción de alimentos depende, entre otros factores, de la disponibilidad y fertilidad de terrenos agrícolas.

- El suelo desempeña también una importante función como hábitat biológico y reserva genética. En su seno se pueden desarrollar gran cantidad de vegetales y animales que forman parte de la cadena alimentaria y constituyen la riqueza de la biodiversidad, por lo que también deben ser protegidos.
- El suelo es la base física de las edificaciones, sean viviendas, industrias, lugares de recreación, sistemas de transporte o sitios para disposición de residuos. También, es fuente de materias primas como arcillas, arena, grava y minerales.
- Finalmente, el suelo alberga una importante herencia cultural, representada por tesoros arqueológicos y paleontológicos, que son una fuente única de información que debe ser mantenida como un testimonio de la historia de la tierra y de la humanidad.

En los últimos años se ha puesto énfasis en el establecimiento de medidas preventivas con el fin de reducir o eliminar la descarga de materiales extraños al medio ambiente; sin embargo, la contaminación por prácticas pasadas conocida como pasivo ambiental persiste aun en muchas ocasiones.

Con base en lo anterior, y ante la inmensa superficie de zonas afectadas por la actividad humana, surge la necesidad de tomar acciones para controlar la dispersión de contaminantes y buscar su eliminación. En los últimos años se han desarrollado técnicas para la restauración de suelos, sin embargo, dado que cada sitio dañado constituye una problemática particular, se requiere (i) el establecimiento de criterios generales y (ii) el acopio de gran cantidad de información para decidir cómo controlar y eliminar los contaminantes para cada caso en particular.

Restauración

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la restauración se define como el “conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales”. Esta definición está dirigida a las acciones que permiten devolver al suelo su actividad biológica como soporte para el crecimiento de especies vegetales en un medio natural, situación que no aplica íntegramente, por ejemplo, a suelos de uso industrial o de vías de comunicación, ya que carecen de una actividad biológica y, en la mayoría de los casos, es prácticamente imposible favorecerla.

En el contexto anterior, y especialmente para los suelos contaminados de uso industrial, como restauración se entenderá el conjunto de acciones tendientes a

disminuir el riesgo a la salud y al ambiente en general. En el lenguaje cotidiano han surgido varios sinónimos, entre ellos los más comunes se encuentran: remediación, limpieza, saneamiento, recuperación y rehabilitación. De éstos, el más utilizado es remediación y aunque es un anglicismo, este término tiene amplia difusión como un sinónimo de éstas actividades. Este GDT propone que se utilicen los términos de restauración o saneamiento.

Elementos para elegir una técnica de restauración

Para la elección de una técnica de restauración existen elementos básicos que deben ser tomados en consideración, entre ellos están:

- Comprender la función que desempeña el suelo en el sitio afectado
- Conocer lo mas completamente posible el problema de contaminación con información reciente
- Identificar la técnica de restauración más apropiada, y conocer sus ventajas, desventajas y limitaciones
- Definir claramente el uso que se le dará al suelo después de su restauración.

Los dos primeros puntos están dirigidos básicamente a la caracterización del sitio, la cual se hace de manera cualitativa y cuantitativa, para conocer la magnitud del daño causado por la contaminación, el riesgo que se deriva por efecto de la misma, así como las necesidades de restauración. Este trabajo requiere de conocimiento experto, tiempo y recursos; se debe realizar con estricto apego a la Guía de Evaluación de Daños que se presenta al final de este documento como anexo II.

La práctica de la restauración ha dejado como enseñanza que entre mayores esfuerzos sean dedicados a la caracterización del sitio, mayor conocimiento se tendrá del problema de contaminación y la probabilidad de resolverlo será mayor.

Por lo que respecta a las técnicas de restauración, existen disponibles una gran variedad de opciones, sus variantes y combinaciones de ellas. Antes de describirlas, es conveniente establecer los requisitos que deben cumplir para que sean consideradas ambientalmente aceptables.

- Deben reducir efectiva y cuantificablemente la concentración de los contaminantes como respuesta directa de su aplicación
- No deben transferir íntegros los contaminantes de una matriz a otra, o de un medio a otro.
- Deben ser irreversibles, esto es, no permitir que los contaminantes, después de cierto tiempo, vuelvan a reaparecer en el lugar como si nada se hubiera hecho

- No deben crear mayores disturbios ambientales que los propios de la contaminación
- Deben ser tecnologías integrales que incluyan el tratamiento de los residuos en caso de que sean generados.
- No deben aumentar los volúmenes de entornos afectados a través de la dilución.

Clasificación de las técnicas de restauración

A nivel mundial se han desarrollado un gran número de opciones de restauración para suelos contaminados, mismas que se pueden clasificar de diferentes maneras. Una de las clasificaciones más comunes se realiza con base en su principio de funcionamiento; así, se tienen técnicas biológicas, fisicoquímicas y térmicas. Otra clasificación se basa en el efecto sobre los contaminantes. De esta manera se tienen técnicas de retención, extracción, separación y destrucción. En la práctica las dos clasificaciones mencionadas son válidas e incluso complementarias.

Clasificación de técnicas de restauración de acuerdo a su principio de funcionamiento

Biológicas: biorrestauración, fitorrestauración, etc.

Fisicoquímicas: solidificación, estabilización, extracción de vapores, etc.

Térmicas: desorción por inyección de vapor, incineración, etc.

Clasificación de técnicas de restauración con base en su efecto sobre los contaminantes

Retención: confinamiento en celdas, barreras impermeables, fijación, etc.

Extracción o separación: filtración por carbón activado, lavado con agentes tensoactivos, extracción de producto libre, extracción de vapores, etc.

Destrucción: biorrestauración, fitorrestauración, incineración, etc.

Elementos que definen el éxito de una restauración

Al hablar del éxito de la restauración, pueden existir diversos enfoques, entre ellos:

- Alcanzar los niveles de limpieza establecidos por las autoridades
- Reducir el riesgo a la salud y al ambiente
- Reducir niveles de contaminación, sin importar el efecto sobre el suelo mismo y los alrededores del sitio
- Alcanzar los objetivos en el mínimo tiempo posible
- Realizar los trabajos al menor costo posible

De estos enfoques, los dos primeros, alcanzar niveles de limpieza y reducir el riesgo a la salud y al ambiente, son los primordiales para las autoridades. Aspectos como el costo y el tiempo de ejecución, a pesar de que no son elementos técnicos, en muchos casos son tomados como base para la toma de decisiones en trabajos de restauración, esto aumenta la probabilidad de fracaso.

Características generales de algunas técnicas de restauración

En la medida que se identifiquen las ventajas, desventajas y limitaciones de las diferentes técnicas disponibles se podrá hacer una adecuada selección. A continuación se mencionan algunas de las técnicas más comunes.

Biorrestauración.- Está basada en la degradación de compuestos orgánicos hasta bióxido de carbono, mediante la actividad de microorganismos vivos que los utilizan como fuente de carbono y energía. Funciona únicamente en suelos y cuerpos de agua donde los contaminantes son biodegradables o biotransformables, o bien, cuando se trata de compuestos inorgánicos bioacumulables o biotransformables que están presentes en cuerpos de agua en movimiento. No funciona para compuestos orgánicos recalcitrantes, porque no son biodegradables. La biorrestauración tiene la desventaja de requerir lapsos muy largos, y que no aplica en casos donde los materiales geológicos son impermeables o hay presencia de compuestos que afectan la actividad metabólica de los microorganismos como los metales pesados y otros agentes biotóxicos.

Incineración.- Es la completa destrucción térmica de los contaminantes de tipo orgánico, por lo que constituye una solución efectiva para suelos con alta concentración de contaminantes. El problema es que el suelo también se pierde con la incineración y que las cenizas resultantes deben ser tratadas como un residuo peligroso para su disposición final. Otra desventaja es su alto costo, que incluye operación y transporte hasta donde está instalado el incinerador, así como los costos del confinamiento final del residuo.

Desorción térmica.- Es únicamente aplicable a compuestos que pueden desorberse del suelo al aplicar calor, por ejemplo algunos hidrocarburos o

plaguicidas. Esta técnica debe ir acompañada de otra operación unitaria para la recuperación y tratamiento de los vapores y gases de salida.

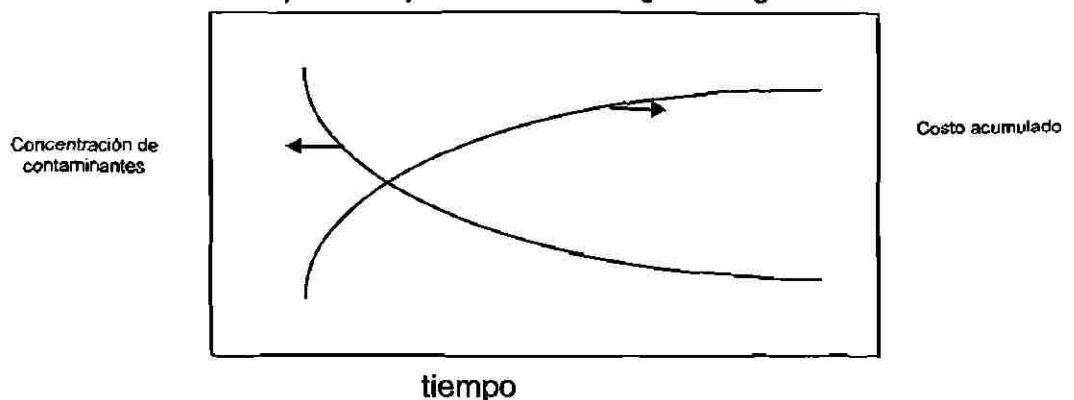
Extracción de vapores.- Esta técnica es útil cuando los contaminantes son volátiles alojados en el subsuelo como gases o adsorbidos a la fase sólida. Esta técnica también debe ir acompañada de una operación unitaria para el tratamiento de vapores y gases de salida antes de su descarga a la atmósfera.

Filtración por carbón activado.- Normalmente se aplica acoplada a otra operación, principalmente a la extracción de vapores del subsuelo o al bombeo de agua subterránea contaminada. Tiene una alta eficiencia, ya que los contaminantes quedan inmovilizados en el carbón activado. Una vez que se agota su capacidad de adsorción, el carbón activado debe ser sometido a tratamiento antes de su disposición final y reemplazarse por carbón activado limpio, o bien ser dispuesto como residuo peligroso.

Estabilización.- Son técnicas desarrolladas para inmovilizar contaminantes en el suelo mediante reacciones químicas, algunas de ellas se conocen como microencapsulación. Son aplicables solamente a algunos contaminantes y en algunos casos el suelo pierde sus características originales, quedando un material inerte. Para estas técnicas es todavía necesario realizar estudios a periodos largos, debido a las posibilidades de lixiviación. El proceso de encapsulamiento con cemento, cal y arena para hidrocarburos se considera inaceptable para el restauración de suelos contaminados con estos.

Solidificación.- Es la mezcla de suelos contaminados con materiales cementantes. Aquí conviene mencionar que únicamente se ha aplicado a suelos contaminados con combustóleo; sin embargo, es también necesario dedicar esfuerzos para el estudio a lapsos largos para establecer la irreversibilidad de la técnica.

Por lo que se refiere a costos, todo proceso de restauración de suelos tiene un comportamiento similar al que se representa en la siguiente gráfica.



Gráfica de Costos, tiempos y concentraciones de contaminantes.

La concentración de contaminantes baja notablemente al inicio. Después la disminución ocurre de manera más lenta hasta que los cambios en la concentración son mínimos. Mientras tanto, el costo acumulado va siempre en aumento. El momento en que la restauración resulta incosteable debe ser previsto con anticipación, sobretodo cuando la concentración de contaminantes está lejos de los límites de limpieza establecidos. Si esto llegara a ocurrir, la única solución es buscar otra estrategia de restauración.

De lo anterior se concluye que el aspecto más importante durante la restauración de un sitio, es conocer la concentración mínima de contaminantes que se alcanza con la técnica de restauración elegida, la cual debe ser congruente con los límites de limpieza establecidos para el sitio en particular.

Esta no pretende ser una lista de referencia o exhaustiva de las características de las técnicas de restauración. Para mayor información, consultar la bibliografía especializada correspondiente.

Técnicas y métodos para análisis químicos

Como se mencionó anteriormente, las sustancias que más frecuentemente se derraman son hidrocarburos tales como petróleo crudo, combustóleo, diesel, así como gasolinas Premium, Magna y Nova. Por ello, se reconoció la necesidad de definir los métodos de análisis que les son aplicables, a fin de establecer cuales de ellos se recomiendan en función de sus ventajas y limitaciones. Una ventaja adicional desde el punto de vista legal es que los resultados obtenidos pueden ser comparables entre sí.

El petróleo está constituido por aceites crudos y una gran variedad de productos refinados. Los aceites crudos varían en composición química, viscosidad, gravedad específica y otras propiedades físicas. Su color va de amarillo pardo a negro. Su viscosidad varía de una sustancia que fluye libremente a una que apenas se vierte. La gravedad específica de la mayor parte de los aceites crudos oscila de 0.73 a 0.95 g/cm³. Algunos de los productos refinados se vuelven más densos y viscosos y contienen menos compuestos volátiles a medida que su clasificación numérica aumenta, pero su gravedad específica siempre es menor a la del agua.

Composición química del petróleo

El petróleo crudo es una mezcla compleja de miles de compuestos orgánicos. La mayoría de ellos son hidrocarburos, entre los que destacan alcanos, cicloalcanos, alquenos e hidrocarburos aromáticos. Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados por átomos de carbono e hidrógeno y de

acuerdo a la proporción de los mismos se dividen en: (i) alcanos, con fórmula general $C_n H_{(2n+2)}$, pueden ser lineales o ramificados; (ii) alquenos, con fórmula $C_n H_{2n}$, cuando poseen únicamente una doble ligadura entre dos átomos de carbono, o $C_n H_{(2n-2)}$, cuando están presentes dos dobles ligaduras carbono-carbono; (iii) cicloalcanos en los cuales los átomos de carbono saturados, CH_2 forman anillos de 3,4,5,6,7,... átomos de carbono; de igual forma pueden tener una o más dobles ligaduras; y (iv) hidrocarburos aromáticos en los cuales los átomos de carbono forman anillos, en los que cada átomo de carbono contiene un átomo de hidrógeno y una doble ligadura; el tamaño de anillo más común es de seis átomos de carbono.

Los compuestos aromáticos pueden tener más de un anillo, los cuales comparten dos átomos de carbono; así, pueden ser bicíclicos, tricíclicos, además, pueden ser lineales o formar ángulos. Cuando tienen más de dos anillos se les denomina hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA's).

El petróleo crudo como tal, tiene pocos usos. Para poder ser utilizado de manera más variada se debe separar en fracciones. Al proceso de separación en fracciones por intervalos de punto de ebullición se le denomina "Refinación del Petróleo" y consiste en una destilación fraccionada a presión ordinaria o al vacío. En la tabla 8.1 se muestran las fracciones más comunes, indicándose su composición, el número de átomos de carbono que contienen, los compuestos que la integran, el nombre de cada fracción, el intervalo de punto de ebullición (PE) al que se destila y los usos típicos para los que se aplica.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA
Fracciones típicas obtenidas por destilación del petróleo crudo

Fracción	PE (°C)	Composición aproximada	Usos mas frecuentes
Gas	Hasta 20	Alcanos con uno a cuatro átomos de carbono CH_4 a C_4H_{10}	Para sintetizar otros compuestos y como combustible
Éter de Petróleo	20-70	C_5H_{12} , C_6H_{14}	Disolventes y aditivos
Gasolina	70-180	Alcanos de C_6H_{14} a $C_{10}H_{22}$	Combustibles para motores
Turbosina	180-230	$C_{11}H_{24}$ a $C_{12}H_{26}$	Combustible para aviones
Diesel ligero*	230-305	$C_{13}H_{28}$ a $C_{17}H_{36}$	Combustible para hornos, calentadores y motores a diesel
Aceites pesados y lubricantes ligeros*	305-405	$C_{18}H_{38}$ a $C_{25}H_{52}$	Combustible para generadores de electricidad, aceite lubricante
Lubricantes	405-515	Alcanos superiores Más de C_{25}	Lubricantes, grasas, ceras sólidas, grasas lubricantes, jalea de petróleo
Residuo sólido			Asfalto para aislantes y caminos

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Hydrocarburos Policíclicos Aromáticos, HPA's

Son hidrocarburos aromáticos con dos o más anillos de carbono que pueden tener grupos diferentes unidos a los anillos. Los compuestos van desde naftaleno ($C_{10}H_8$, dos anillos) al coroneno ($C_{24}H_{12}$, siete anillos).

Los aceites crudos contienen de 0.2 a 7% de HPA's, cifra que aumenta a medida que aumenta la gravedad específica del producto. En general, los HPA's tienen baja solubilidad en agua, altos puntos de ebullición y de fusión y baja presión de vapor. Al aumentar el peso molecular la solubilidad disminuye, los puntos de ebullición y de fusión aumentan y la presión de vapor disminuye.

La mayor parte de los HPA's se forman mediante procesos de descomposición térmica de las moléculas orgánicas y la recombinación subsecuente de partículas orgánicas (pirólisis). La combustión incompleta de materia orgánica produce HPA's en ambientes de alta temperatura (500-800 °C). Todas las formas de combustión, excepto los gases inflamables bien mezclados con el aire, producen algunos HPA's. El someter el material orgánico a bajas temperaturas (100-300 °C) por periodos prolongados, también deriva en la producción de HPA's.

Persistencia

El petróleo crudo derramado en suelo en bajas cantidades se degrada por fotooxidación y acción microbiana, mientras que parte del mismo se evapora; por su alta viscosidad prácticamente no penetra hacia el subsuelo. Hay poca literatura acerca de los tiempos de vida media del petróleo crudo en suelos, pero está regida por el tipo de matriz, disponibilidad de oxígeno, temperatura e integridad del terreno. La persistencia se incrementa al aumentar el peso molecular; la vida media es de menos de dos años para el naftaleno y más de diez para el coroneno. Los aromáticos de alto peso molecular, como el benzopireno y el perileno, se producen en los incendios forestales, y pueden ser detectados en suelos de bosques hasta cinco años después.

Técnicas Analíticas

Existe una gran variedad de técnicas analíticas que son de utilidad para determinar las cantidades de hidrocarburos presentes en un medio determinado; sin embargo, sólo se mencionarán aquellas de uso más común.

Cromatografía

La cromatografía es una técnica analítica que sirve básicamente para separar los componentes de una mezcla de sustancias e identificarlos con estándares adecuados. Lo que particulariza a la cromatografía de otros métodos químicos y físicos de separación, es que en ésta se ponen en contacto dos fases inmiscibles, una fase móvil y la otra estacionaria. Al introducir la muestra en una fase móvil a una columna empacada con una fase estacionaria, los componentes de la muestra van teniendo interacciones (de partición) entre las dos fases. Si las fases se seleccionan adecuadamente, los componentes de la muestra se van separando gradualmente y van avanzando con la fase móvil, de tal manera que, al final del proceso, se obtiene cada uno de los componentes de la muestra en orden creciente de interacción con la fase estacionaria.

Hay diferentes tipos de cromatografías, dependiendo principalmente del estado físico de las fases móvil y estacionaria, que se combinan con diferentes detectores, según las sustancias que se desean identificar. Para el análisis de

hidrocarburos la cromatografía mas apropiada es la de gases acoplada a masas, pues con ella se cuantifican los compuestos orgánicos volátiles en diferentes tipos de matrices sólidas y en agua.

El método 8260 de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA) se basa en el procedimiento de purga y trampa con cromatografía de gases acoplada a masas (CG/EM). Esta técnica es de gran utilidad para la caracterización de compuestos específicos, por ejemplo, benceno, tolueno, etilbenceno, xileno y muchos otros compuestos volátiles más, como los hidrocarburos halogenados. El límite de detección práctico depende del contaminante a medir.

Espectroscopía de infrarrojo

La espectroscopía en infrarrojo ha sido la técnica instrumental más utilizada para la determinación de las estructuras de los compuestos orgánicos. Su principal utilidad radica en la identificación de grupos funcionales.

El espectro en el infrarrojo es característico de cada producto químico, se emplea para establecer la identidad de los compuestos y para revelar la estructura de cualquier sustancia pura.

La espectroscopía se basa en el hecho de que una molécula vibra constantemente, sus enlaces se alargan y contraen como resortes, pueden tener movimiento de tijera y de giro. La absorción de la luz infrarroja produce cambios en los estados vibracionales de energía de una molécula. La radiación infrarroja comprende la porción del espectro electromagnético entre las microondas y la luz visible.

El método 418.1 de la EPA, y sus equivalentes, utilizan la técnica de infrarrojo para la medición de hidrocarburos de petróleo, extraídos con hexano de suelos, aguas superficiales y salinas, residuos industriales y domésticos, y sedimentos. Aunque también puede aplicarse para la medición de combustibles ligeros, no se recomienda para estos casos, debido a que se puede perder cerca de la mitad de cualquier gasolina presente durante la manipulación en la extracción.

Entre las ventajas del infrarrojo están la rapidez en cuanto a la preparación de la muestra, lectura y evaluación; también se requiere de poca cantidad de la misma, la cual se puede recuperar. Pero un solo tipo de determinación espectroscópica no es, por lo general, suficiente para la caracterización de un compuesto orgánico, por lo que cuando se utiliza en combinación con otra técnica como la resonancia magnética, se obtienen mejores resultados, sobretodo cuando se trata de un hidrocarburo. Estas técnicas son de mayor utilidad con productos puros. Cuando se trata de mezclas, su uso es más limitado, su interpretación requiere de gran experiencia y del uso de diferentes

sustancias tipo, por lo que solo se recomienda para la determinación de los Hidrocarburos Recuperables de Petróleo.

Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA)

La EAA es una técnica selectiva y sensible que puede determinar cerca de 70 elementos que se encuentran como componentes menores o traza en la muestra (en concentraciones de hasta partes por millón). La muestra se introduce por un capilar para hacerla llegar a una flama donde se evapora el disolvente, se disocia la sal y el elemento se reduce al estado basal, quedando apto para absorber la energía de determinada longitud de onda que proporciona, generalmente, una lámpara de cátodo hueco.

Métodos analíticos recomendados

Después de analizar la pertinencia y disponibilidad de los métodos de laboratorio ofertados en México, el GDT llegó a la conclusión que los métodos analíticos presentados en la tabla 8.2 son los que han sido probados y que técnica y económicamente es viable su aplicación a nivel nacional. Los métodos de laboratorio presentados en esta tabla son solo de referencia genérica, las especificaciones de laboratorio aplicables para cada caso en particular son notificadas por Profepa de manera oficial al interesado.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Tabla
Métodos analíticos recomendados para hidrocarburos en suelos

Contaminante	Parámetro indicador	Método analítico
Gasolina	Hidrocarburos base gasolina	EPA 8015B
Gasolina	BTEX's	EPA 8040 EPA 8060 EPA 8020 / 8021 EPA 8260 524.2 / 624 EPA S2 846
Gasolina	Benceno	EPA 8240 EPA 8260B
Diesel, turbosina, kerosene, aceites lubricantes, vaselinas y aceites combustibles ligeros	Hidrocarburos base diesel	EPA 8015B
	Hidrocarburos poliaromáticos	EPA 8310 EPA 8100 EPA 8270
Aceite gastado, Combustóleo, Petróleo crudo, Emulsiones, Asfalto, Parafina	Hidrocarburos recuperables de petróleo	EPA 418.1 ASTM 3921

Para otros contaminantes como bifenilos policlorados se recomienda el método EPA 8080 y para plaguicidas el método EPA 8270.

Posteriormente el GDT decidió trabajar sobre los llamados Inorgánicos Tóxicos (Metales Pesados), como los contaminantes de suelo de mayor interés sobretodo por sus características toxicológicas. Los métodos para análisis químicos que les son aplicables son:

Espectrofotometría de Absorción Atómica

La Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) de flama es una técnica muy específica y sensible; se pueden determinar concentraciones del orden de ppm (partes por millón). Se basa en el hecho de que un átomo requiere de una cantidad de energía a cierta longitud de onda para pasar de su estado basal a uno excitado y viceversa. Esta energía es específica y característica para cada elemento, por ello la concentración de los átomos de un elemento analizado se

puede calcular con base en la cantidad de luz que el átomo ha absorbido; en esto se fundamenta la especificidad del método.

Tomando en consideración que es necesario poner en disolución a la muestra para su análisis; y que cada muestra, dependiendo de su naturaleza, requiere de un tratamiento específico, se hace referencia a un método de digestión particular, apropiado al tipo de muestra y a cada uno de los analitos.

Para algunos elementos como el arsénico y el mercurio se requiere un generador de vapor o hidruros, con el cual se aumenta el límite de detección. En otras ocasiones, cuando se tiene muy poca muestra, se usa un horno de grafito. En ambos casos se pueden cuantificar especies químicas en concentraciones del orden de partes por billón.

Para el mercurio igualmente que para el arsénico y el selenio, (tomando en cuenta que tienen una presión de vapor significativa aún a temperatura ambiente), existe la posibilidad de que se pierda o volatilice durante la preparación de la muestra con una metodología diferente a la mencionada; por lo que resulta adecuada la técnica de EAA con vapor frío. Debido a que el mercurio es un elemento altamente tóxico aún a bajas concentraciones, es muy importante su correcta cuantificación, la cual se logra aplicando esta técnica.

Indudablemente existen otras técnicas que permiten la determinación de los elementos totales en el suelo, sin embargo la EAA ofrece algunas ventajas como son: la selectividad (diferencia perfectamente bien a cada uno de los elementos); la sensibilidad (se logran determinar concentraciones del orden de partes por millón (ppm) o partes por billón (ppb)), para cada analito se define el procedimiento para determinarlo libre de interferencias, el tiempo de análisis varía para cada caso, pero es menor que para otras técnicas. ®

Espectroscopía de ultravioleta-visible

Los cianuros se pueden determinar mediante la técnica de espectroscopía ultravioleta-visible (UV-V) o potenciométricamente con electrodo selectivo. En ambos casos es necesario tener la muestra disuelta. No obstante se sugiere utilizar la técnica UV-V trabajando en la región del visible (colorimetría) en donde la muestra presenta una banda de absorción característica la cual aparece a 582 nm, ya que puede ser cuantificada con mejor precisión y a concentraciones más pequeñas.

Cromatografía

Los compuestos orgánicos como acrilamida, acrilonitrilo e hidrocarburos monoaromáticos totales se encuentran en el suelo, normalmente en series homólogas, de tal manera que, para su análisis, se requiere de una técnica

sofisticada como la cromatografía de gases acoplada a masas. Esta técnica es la única que permite separar componentes orgánicos de una muestra compleja a través de la cromatografía para identificarlos después de la espectrometría de masas.

En la tabla siguiente, se presentan de manera general los métodos analíticos que ya han sido probados y que técnica y económicamente es viable su aplicación a nivel nacional, para la medición de Inorgánicos Tóxicos (Metales Pesados).

Tabla de Métodos analíticos recomendados para Inorgánicos Tóxicos (Metales Pesados) y otros en suelo

Contaminante	Método analítico
Plomo total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7420)
Arsénico total	Espectrofotometría de absorción atómica-generación de hidruros (EPA 7061)
Bario total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7080)
Cadmio total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7130)
Mercurio total	Espectrofotometría de absorción atómica-vapor frío (EPA 7471)
Níquel total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7520)
Selenio total	Espectrofotometría de absorción atómica-generación de hidruros (EPA 7741)
Zinc total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7950)
Cromo total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7190)
Cianuros	Colorimetría (EPA 9010A)
Acilamida	Cromatografía de gases-espectrometría de masas con purga y trampa (EPA 8260B)
Acilnitrilo	Cromatografía de gases-espectrometría de masas con purga y trampa (EPA 8260B)
Plomo orgánico	Pendiente
Hidrocarburos monoaromáticos totales (Aromina+otros disolventes)	Cromatografía de gases-espectrometría de masas con purga y trampa (EPA 8260B)

En el caso particular del Cromo se podrá solicitar la determinación de Cromo Hexavalente Cr^{6+} por el método EPA 7196 (Espectrofotometría UV-Visible) con digestión alcalina por el método EPA 3060A, cuando exista duda sobre las rutas de exposición por inhalación, contacto dérmico e ingestión.

Para el caso de Metales Totales, se deberá solicitar el método de digestión EPA 3050B (Digestión Ácida) o el método EPA 3051 (Digestión Ácida por Microondas).

En todos los casos se deberá solicitar el pH de las muestras.

Para el caso de Cianuros, se deberá solicitar el método de digestión EPA 9013 (Extracción de Cianuros).

Para la determinación de Metales Totales, excepto Mercurio, se podrá optar por el uso del método EPA 6010A (Técnica de Emisión por Plasma (Inductively Coupled Plasma "ICP")).

Para las mediciones inicial y de seguimiento de los contaminantes en suelo, se deberá usar, invariablemente, el mismo método de laboratorio.

De cada 5 a 7 muestras de suelo contaminado, se tomará una muestra control (de suelo no contaminado o testigo, con las mismas características granulométricas de la zona de estudio), que deberá ser analizada de la misma manera que las muestras de suelo contaminado.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



II. Guías para Evaluación de Daños Ambientales

Proceso para la Evaluación de Daños Ambientales

El proceso que sigue un incidente típico de liberación de sustancias peligrosas al ambiente tiene, en teoría, la siguiente secuencia:

FASE 1

- I. INCIDENTE
- II. DAÑO DE LOS CONTENEDORES EN DONDE SE ALMACENAN O TRANSPORTAN LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS
- III. LIBERACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS HACIA EL MEDIO AMBIENTE
- IV. ATENCIÓN DE LA EMERGENCIA
- V. CONTROL DE LA EMERGENCIA
- VI. REPORTE DEL INCIDENTE A LA PROFEPA
 - a) EVALUACIÓN DE DAÑOS AMBIENTALES

FASE 2

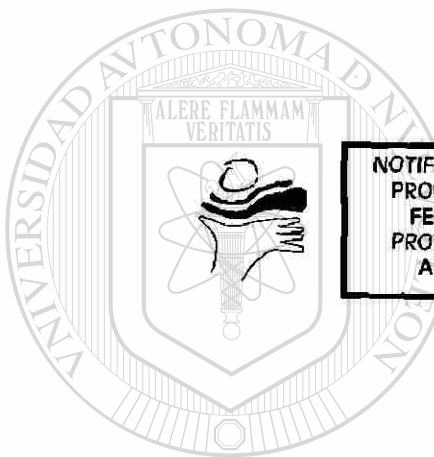
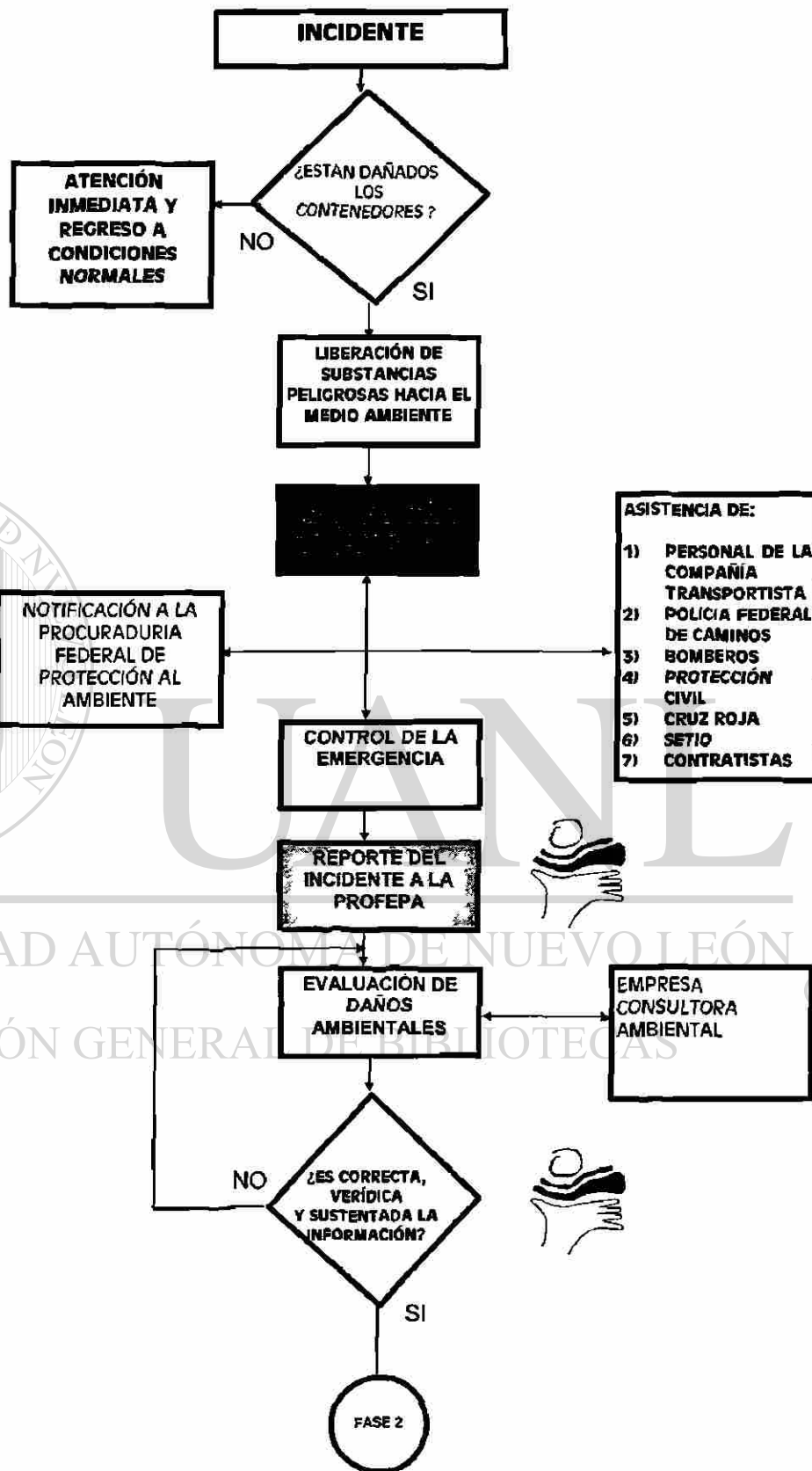
- b) PROGRAMA DE RESTAURACIÓN
- VII. RESTAURACIÓN DEL SITIO AFECTADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

La secuencia arriba mencionada se divide de manera arbitraria en dos fases: ®

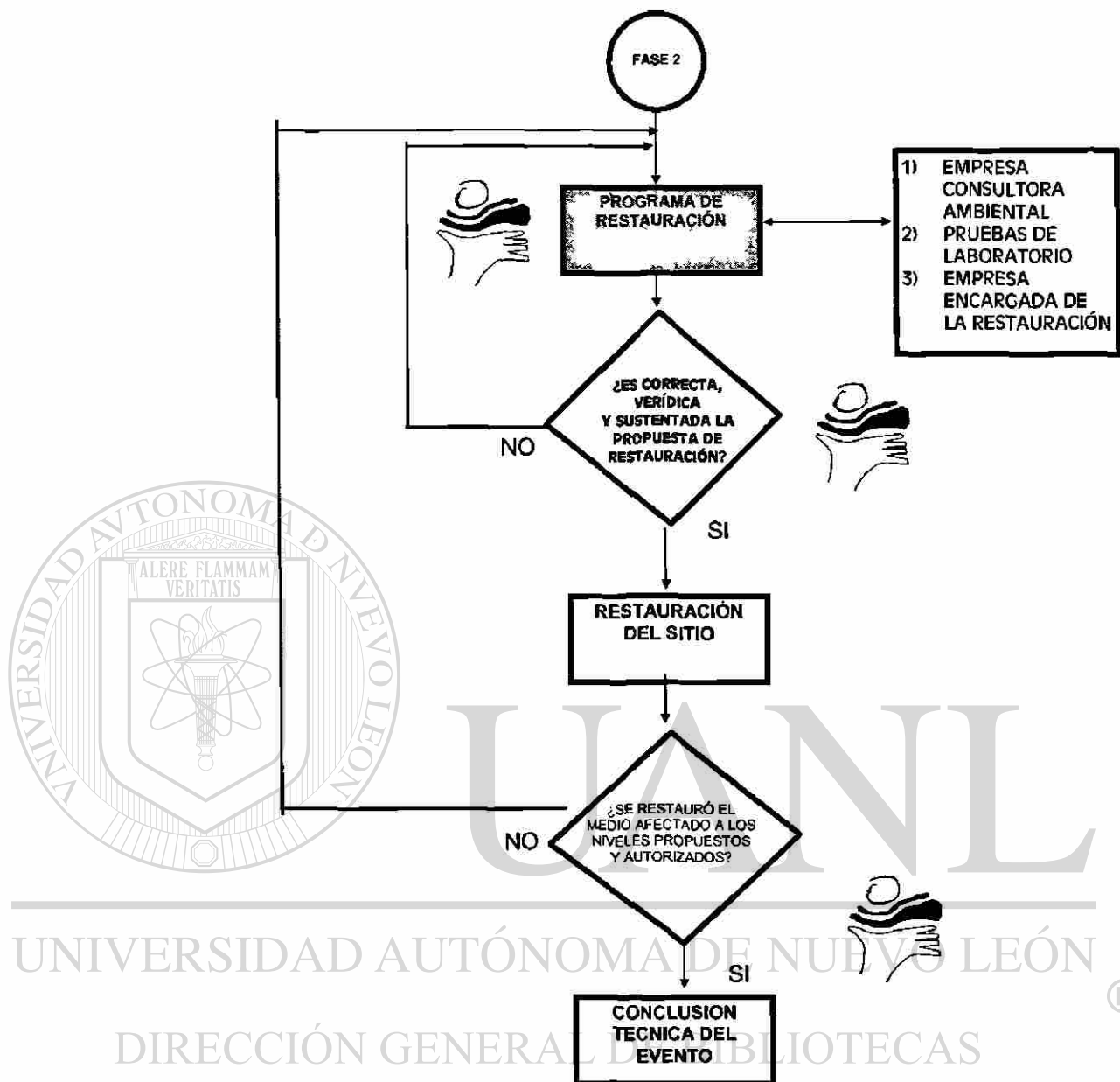
Fase 1.- Abarca los puntos I a V, durante el transcurso de ellos el desempeño en la atención de la emergencia determinará el grado de afectación. Una vez que haya sucedido esto, es obligación del responsable presentar ante la PROFEPA el punto VI a) Evaluación de Daños Ambientales.

Fase 2.- Abarca el punto VI b) y el VII. El Programa de Restauración y su ejecución son consecuencia de la Evaluación de Daños, por lo que no podrán iniciarse hasta que haya finalizado dicha evaluación. El programa deberá contener los niveles de restauración propuestos junto con la metodología a utilizar, y sólo podrán ejecutarse una vez que la PROFEPA los haya autorizado.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





El procedimiento de atención y seguimiento de emergencias ambientales deriva necesariamente de la instauración de un procedimiento a través del cual se imponen medidas de seguridad.

Contenido de la Evaluación de Daños Ambientales

Después de ocurrido el incidente, el responsable de afectar al medio está obligado a cumplir con lo establecido en los siguientes artículos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente modificada el 13 de diciembre de 1996.

Artículo 15: fracción IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.

Artículo 134: Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

Fracción 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.

Artículo 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 al respecto expida la Secretaría.

Artículo 152 bis: Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable para el predio o zona respectiva.

Para esto, se deberá presentar la Evaluación de Daños correspondiente teniendo como plazo máximo de ejecución el que tenga a bien determinar la Delegación de la PROFEPA en la jurisdicción correspondiente. La evaluación deberá contener cuatro capítulos:

1. Localización.
2. Caracterización del sitio.
3. Descripción de los daños o afectaciones.
4. Acciones de emergencia.

El responsable de la afectación deberá llenar los formatos tratando siempre de completar la mayor información posible, evitando que la falta de alguna información sea motivo para no entregar o diferir la entrega del mismo.

Localización

En este apartado se debe mostrar la información gráfica que ayude a determinar, con la mayor exactitud posible, la ubicación del evento. Para ello se elaborarán tres planos de localización en los siguientes niveles.

- Plano de Ubicación Estatal (Primer nivel, cualitativo).

Este plano constará de un mapa de la región o zona de interés. Deberá estar a escala y, si el accidente sucedió cerca de un centro de población, deberá aparecer el trazo de calles y avenidas principales. Si el evento sucedió fuera de alguna población, esto es, en alguna carretera, autopista, vía de ferrocarril o en un ducto, el plano deberá señalar a escala las zonas poblacionales cercanas. Las principales vías de comunicación se indicarán con escudos representando la clave nacional de vías de la SCT. El lugar afectado se indicará con un círculo, de ser posible, con su posición geográfica en minutos y segundos de latitud y longitud (Ver plano 1).

Si existen cuerpos de agua importantes, deberán aparecer en el plano. En la esquina superior derecha se señalará el Norte y, de ser posible, la dirección del viento dominante.

-
- Plano de Ubicación Subregional (Segundo nivel, cuantitativo).

Este plano constará de un mapa a escala adecuada que detalle la zona de afectación. Por medio de iconos se señalarán las escuelas, hospitales u otros puntos de interés. Además, se presentarán los datos necesarios para la ubicación expedita del sitio, tales como el kilometraje de la carretera, el nombre del paraje o poblado cercano o aquella información que facilite la ubicación (Ver plano 2).

Si existen cuerpos de agua importantes, deberán aparecer en el plano. En la esquina superior derecha se señalará el Norte y, de ser posible, la dirección del viento dominante.

- Plano de Ubicación Local (Tercer nivel, cualitativo).

En este plano se representará el lugar afectado y las colindancias de este, indicando las escuelas, hospitales, casas habitación, restaurantes u otros puntos de interés en un radio no mayor de 2 km. Señalar con la mayor exactitud

posible la ubicación del evento y, de poder conseguirse, las coordenadas geográficas (Ver plano 3).

También a escala se presentarán:

- La zona de afectación al suelo.
- La zona de exclusión (que es la zona de máxima contaminación, donde sólo pudo haber entrado y actuado el personal debidamente protegido y autorizado).
- Los puntos de control de acceso.
- Los puntos de muestreo del contaminante derramado.

Si existen cuerpos de agua importantes, deberán aparecer en el plano. En la esquina superior derecha se señalará el Norte y, de ser posible, la dirección del viento dominante.

Caracterización del sitio

En este apartado se deberá presentar la información relativa al sitio en donde sucedió el evento, con la finalidad de describirlo de la manera más completa posible. Esta información será la base de la evaluación de los daños. Se debe incluir la presencia de cuerpos de agua y demás componentes del medio ambiente que pudieran haber sido afectados.

La información se deberá presentar al mayor detalle posible, ya que servirá para determinar el grado de afectación y las posibles consecuencias a corto, mediano y largo plazos que pudiera conllevar el incidente. Se sugiere considerar la inclusión de la siguiente información:

- Climatología y meteorología

Temperatura ambiente

Presión barométrica

Precipitación pluvial

Velocidad y dirección del viento

Intemperismos severos

Esta información se puede obtener a través del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua.

- Hidrología

Cuerpos de agua superficial, afluentes y corrientes principales de los cuerpos receptores Nivel del manto freático (en caso de existir).

Esta información se puede conseguir indistintamente en la Comisión Nacional del Agua o en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Se deben incluir los usos del agua superficial y subterránea en la región.

- Topografía

Curvas de nivel del sitio
Accidentes topográficos

Esta información también se puede conseguir en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cuando la gravedad del incidente lo amerite la Delegación de PROFEPA solicitará un levantamiento topográfico del sitio y su descripción geológica.

- Edafología

Tipo de suelo
Perfil litológico
Permeabilidad del suelo
Uso actual y potencial del suelo

- Vegetación

Tipo y cobertura de la vegetación existente

En caso de existir, se deberá de presentar el uso autorizado del suelo con base en su vocación, determinado en el Plan de Ordenamiento Ecológico o en documentos equivalentes. La información recabada en este apartado debe ser vaciada en el plano de ubicación local con el fin de proveer una visión completa del sitio afectado.

- Fauna

Señalar el tipo y los efectos percibidos en el ecosistema por la liberación de los materiales o residuos peligrosos. Determinar si se vieron afectadas especies faunísticas características de la zona, de interés comercial, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción, así como especies de animales dañados.

Descripción de los daños

En este apartado se presentan las descripciones cualitativas y cuantitativas de los daños ocasionados por el evento. Es necesario hacer énfasis que, al ser la

base de los programas de restauración, estas descripciones deben ser lo más exhaustivas posible, teniendo como objetivo primordial la cuantificación de los volúmenes afectados de agua, suelo o vegetación.

En el plano de ubicación local deben estar localizados los puntos de muestreo seleccionados y los valores encontrados en el laboratorio. Se debe presentar el programa de muestreo y las profundidades muestreadas. Los puntos de muestreo deben ser seleccionados de tal forma que sean representativos del derrame y de la restauración, ya que, para verificar los niveles aprobados, se deberán muestrear los mismos puntos.

No se debe soslayar que los resultados de los muestreos reportados deben presentarse en los formatos originales de los laboratorios responsables, mismos que deben presentar la firma del responsable y el número de identificación del laboratorio en el Sistema Nacional de Laboratorios de Pruebas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Además se debe declarar el método de análisis utilizado y sus límites de detección. Para mayor facilidad se propone el formato N° 1 para presentar las descripciones de los daños al ambiente. El uso de este formato es optativo, sin embargo, si se usa otro formato, éste deberá contener como mínimo, la información requerida en el formato propuesto.

Este formato es una lista de chequeo en la que aparecen los componentes del medio y en las que se deberán marcar aquéllos que se han visto afectados. Se debe marcar el tipo de evento (fuga, derrame, explosión o fuego) y, de ser posible, realizar una simulación del mismo, e indicar las características del modelo empleado. Además, deben reportarse las concentraciones de los productos derramados y vaciar esta información en el plano de ubicación local.

Se deja un apartado para la información de la sustancia involucrada en cuanto a su volumen y demás información pertinente. Se solicita asimismo la Hoja de Seguridad correspondiente.

Se debe hacer especial énfasis en las características de los cuerpos de agua superficial presentes o del nivel freático posiblemente afectado, medir el posible cambio en la calidad del agua y las repercusiones en sus usos posteriores, sobre todo si se destina para riego o consumo humano.

La información presentada en este apartado debe corresponder plenamente con lo asentado en los planos de localización. Por último hay espacio suficiente en el formato para asentar las observaciones a las que haya lugar.

III. ESTIMACIÓN DE DAÑOS MATERIALES (DESGLOSADOS)	PRECIO	FUENTE	
III.1 USOS DE SUELO DE LA ZONA AFECTADA	TOTAL	FUENTE	
ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN EL ÁREA	FUENTE		
III.2 CENTROS DE INTERÉS CIRCUNVECINOS (ESPECIFIQUE)	SI	NO	UBICACIÓN
ESCUELAS			
HOSPITALES			
CENTROS RELIGIOSOS, MUSEOS, MONUMENTOS, CENTROS CIVILES			
CENTROS DE PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO DE ALIMENTOS			
ÁREAS VERDES			
FAUNA ACUÁTICA			
ZONAS GANADERAS			
ZONAS ECOLÓGICAS PROTECIDAS O ZOOLOGICOS			



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INSTRUCTIVO DE LLENADO

• I. IDENTIFICACIÓN DE LA(S) SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)

El Responsable deberá anotar los datos de las sustancias que fueron liberadas al medio, de ser posible se anexará la hoja de seguridad (HDS) de acuerdo al anexo 3 de la NOM-114-STPS-1994.

En caso de que el incidente involucrara varias sustancias se anotará el porcentaje, la cantidad de cada uno y el total de sustancia liberada.

• II. DESCRIPCIÓN DE LAS AFECTACIONES

Para esta sección es necesario el uso de paquetes computacionales para eventos de FUGA, DERRAME, EXPLOSIÓN Y/O FUEGO o metodología técnica con el fin de cuantificar el daño. No se aceptarán estimaciones de carácter personal o *a priori*. Se deberá anexar copia de la corrida del paquete simulador y las especificaciones de éste. En caso de tratarse de una metodología, favor de incluir la secuencia lógica y hojas de cálculo. En un plano a escala se incluirán las áreas de afectación del evento.

II.1 Se declarará en las líneas siguientes los medios que fueron impactados.

II.2 Posteriormente se describirá el escenario de daño de manera técnica. Se cuantificarán las unidades biológicas afectadas y se anexarán fotografías de la zona.

II.3 Si el evento afectó a la población se deberá llenar el recuadro posterior.

• III. ESTIMACIÓN DE DAÑOS MATERIALES

En caso de haber sucedido, se deben desglosar cada daño provocado por el incidente y, de ser posible, su monto, así como la fuente consultada para esta estimación. No se aceptarán estimaciones de carácter personal o *a priori*.

III.1 Se asentarán los usos de suelo de la zona afectada y la fuente consultada.

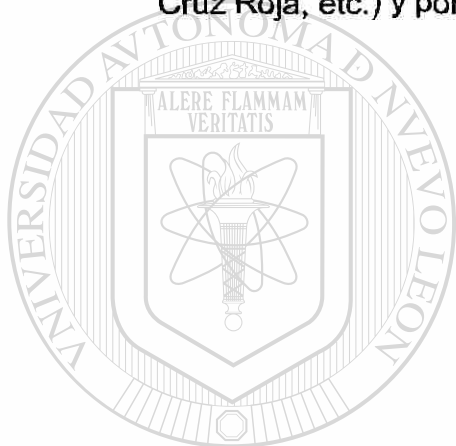
III.2 Posteriormente se declararán los centros de interés circunvecinos especificados en un anexo a este formato (en un radio de 2 Km).

- Nombre del centro
- Actividades desarrolladas
- Ubicación
- Censo biológico (seres vivos)
- Posible medio de afectación.

Acciones de emergencia

Como ya se mencionó, en el caso de accidentes que involucren materiales peligrosos, el cuidado, la evaluación completa, el análisis y la respuesta inicial al accidente pueden hacer la diferencia entre una emergencia controlada eficaz y eficientemente y un verdadero desastre ambiental. Las acciones de contención, limitación de acceso y recuperación del producto derramado son necesarias, sin embargo, éstas no deben confundirse con las acciones de restauración, mismas que sólo podrán ser iniciadas cuando PROFEPA lo autorice.

Igual que en el apartado anterior, se sugiere el formato N° 2 para presentar las acciones de emergencia tomadas para atender el siniestro. Aquí deben también incluirse aquellas acciones tomadas por los servicios asistenciales (Bomberos, Cruz Roja, etc.) y por los organismos de Protección Civil.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Nº DE REPORTE:

FECHA EVENTO:

FECHA REPORTE:

**(FORMATO PROPUESTO) DEBERÁ PRESENTARSE EN HOJAS
MEMBRETADAS DE LA EMPRESA RESPONSABLE
FORMATO 2**

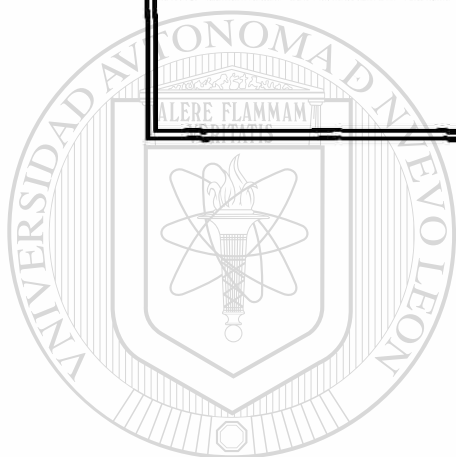
I. IDENTIFICACIÓN DE LA(S) UNIDAD(ES) ACCIDENTADA(S)							
TIPO DE VEHICULO:	DE	AUTO TANQUE		CARRO TANQUE		DERECHO DE VÍA	MARÍTIMO
I.1 ESPECIFICACIÓN DE AUTOTANQUE							
NÚMERO DE UNIDADES INVOLUCRADAS	TIPO DE VEHICULO	CONFIGURACIÓN	NÚMERO DE EJES Y LLANTAS	LONGITUD Y PESO BRUTO VEHICULAR			
I.2 ESPECIFICACIÓN DE CARROTANQUE							
I.3 ESPECIFICACIÓN DEL DERECHO DE VÍA							
I.4 ESPECIFICACIÓN DEL TRANSPORTE MARÍTIMO:							
II. IDENTIFICACIÓN DE LA(S) VÍA(S) DE TRANSPORTE INVOLUCRADA(S)							
II.1 CARRETERAS							
NÚMERO DE CARRETERA:	KILÓMETRO			TIPO DE CARRETERA			
ORIGEN	DESTINO						
ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	COLONIA				
SITIO CONOCIDO COMO:							
II.2 FÉRREAS							
NÚMERO DE VÍA FERREA	KILÓMETRO						
ORIGEN	DESTINO						
ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	COLONIA				
SITIO CONOCIDO COMO:							
II.3 DERECHOS DE VÍA							
NÚMERO DE DERECHO DE VÍA (DDV):	KILÓMETRO DEL DUCTO (PROPIO O DE REFERENCIA)			DIÁMETRO (R)			
ORIGEN	DESTINO						
ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	COLONIA				
SITIO CONOCIDO COMO:							

III. RESPUESTA Y ATENCIÓN DE EMERGENCIA

III.1 DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA DE EVENTOS QUE PROVOCARON EL INCIDENTE

III.2 DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA EMERGENCIA:

III.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN Y DECISIONES PARA ATENDER Y CONTROLAR LA EMERGENCIA:



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INSTRUCTIVO DE LLENADO

- **I. IDENTIFICACIÓN DE LA(S) UNIDAD(ES) ACCIDENTADA(S)**

El responsable deberá declarar el tipo de transporte de sustancias peligrosas que se vio involucrado en el incidente. De cada uno de estos (si aplica) se deberá describir las especificaciones (identificación, placas, dimensiones, peso bruto, etc.)

- **II. IDENTIFICACIÓN DE LA(S) VÍA(S) DE TRANSPORTE INVOLUCRADO(S)**

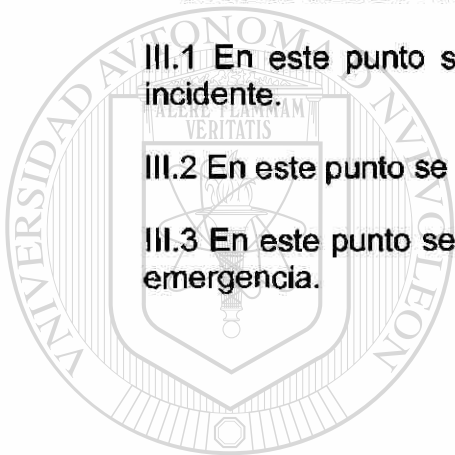
El Responsable deberá anotar los datos de las vías de transporte en las cuales sucedió el incidente.

- **III. RESPUESTA Y ATENCIÓN DE EMERGENCIA**

III.1 En este punto se declarará la secuencia de eventos que propiciaron el incidente.

III.2 En este punto se declarará la secuencia de eventos de la emergencia.

III.3 En este punto se declarará la secuencia de decisiones tomadas durante la emergencia.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

X Desarrollo para determinar la Remediación del sitio afectado

Metodología y evaluación de riesgos

Actualmente un número indeterminado de sustancias químicas entran al ambiente como resultado de las actividades antropogénicas, que pueden ocasionar *impactos* adversos a la salud humana y al ambiente. Dada su abundancia y la cantidad de efectos potenciales que pueden derivar de su exposición, es necesario disponer de una aproximación sistemática y científicamente defendible que permita realizar evaluaciones cualitativas y cuantitativas de los riesgos inherentes, así como jerarquizar los peligros potenciales.

En años recientes, ha salido a la luz un número considerable de publicaciones que describen los lineamientos generales para realizar evaluaciones de riesgo, por ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (*Environmental Protection Agency, EPA*) ha publicado las "Guías Generales de Evaluación de Riesgos para Distintos Agentes Tóxicos", y otros textos específicos en los que se describe esta metodología.

La Metodología para la Evaluación de Riesgos está integrada por tres etapas:

- El Proceso de Evaluación de Riesgos
- El Manejo de los Riesgos
- La Comunicación de Riesgos

Uno de los objetivos de esta metodología es proporcionar la información, al personal encargado del manejo de riesgos, en especial a los tomadores de decisiones y a quienes elaboran la reglamentación, para que puedan optar por la mejor alternativa, misma que debe ser comunicada de manera comprensible a todos los involucrados o afectados (figura xx).

Aspectos relacionados con el riesgo

- Se puede considerar que existe un riesgo cuando se satisfacen las siguientes tres condiciones (figura 11.2):
- Primera: Debe estar presente una fuente de riesgo; esto es, debe existir un sistema, proceso o actividad que introduzca un agente de riesgo al ambiente.
- Segunda: Debe existir un proceso de exposición a través del cual la población entre en contacto con el contaminante químico emitido.
- Tercera: Debe existir un proceso causal a partir del cual la exposición tenga consecuencias negativas a la salud o al ambiente.

Definición de conceptos

Las evaluaciones de riesgo, tanto ambientales como de salud, son un campo relativamente nuevo que se ha desarrollado a partir de distintas disciplinas, entre otras: Epidemiología, Toxicología y Bioestadística (Covello, 1993).

Dado el enfoque particular de cada una de estas disciplinas y considerando que se abocan a distintos tipos de riesgo, no existe un consenso sobre una apropiada definición de los términos riesgo y evaluación de riesgos.

Siguiendo la definición de Paustenbach (1989):

“El riesgo es la probabilidad de que ocurra un efecto adverso a escala individual o poblacional por la exposición a una concentración dada o dosis de un agente peligroso”.

Se puede considerar que el riesgo es un concepto que involucra dos dimensiones:

- La posibilidad de que se genere un resultado negativo, y
- La incertidumbre sobre la ocurrencia, duración y magnitud del resultado adverso.

La Evaluación de Riesgos se define como:

“El proceso sistemático para describir y cuantificar los riesgos asociados a sustancias, procesos, acciones o eventos peligrosos” (Covello 1993).

La Academia Nacional de Ciencias (NAS) de los Estados Unidos de Norteamérica define este proceso como:

“...la caracterización de los efectos potencialmente adversos para la salud de los humanos por la exposición a los peligros ambientales”. (NAS, 1983)

Componentes de la Evaluación de Riesgos

El modelo convencional para realizar evaluaciones de riesgo fue descrito por dos Instituciones de los Estados Unidos de Norteamérica, la Academia Nacional de Ciencias (NAS) y el Consejo Nacional de Investigación (NRC). Este modelo ha sido utilizado por varias agencias gubernamentales de ese país, en particular la EPA, con la finalidad de evaluar los riesgos de cáncer y otros problemas de salud que son resultado de la exposición a tóxicos ambientales.

Este modelo en particular consiste de cuatro fases:

- A. Identificación del peligro
- B. Evaluación de la relación dosis–respuesta
- C. Evaluación de la exposición
- D. Caracterización del riesgo

Mismos que se describen a continuación.

Identificación del peligro

Incluye la recolección y evaluación de datos sobre el tipo de daños a la salud o enfermedad que puede producir una sustancia tóxica, y acerca de las condiciones de exposición en que se manifiesta el daño o la enfermedad. Involucra la caracterización del comportamiento de una sustancia tóxica específica dentro del cuerpo y sus interacciones con órganos, células o partes de ellas.

Esta información es valiosa para tratar de contestar la interrogante respecto a si las formas de toxicidad conocidas para un determinado compuesto, que fue evaluado en algún grupo específico o bajo condiciones experimentales, pueden presentarse en humanos.

La identificación del peligro no es en sí una evaluación de riesgo, simplemente permite determinar si es científicamente correcto inferir que los efectos tóxicos observados bajo condiciones específicas pueden ocurrir bajo otras condiciones. Por ejemplo ¿es posible que las sustancias que han demostrado tener propiedades carcinogénicas o teratogénicas en animales experimentales tengan el mismo efecto en humanos?

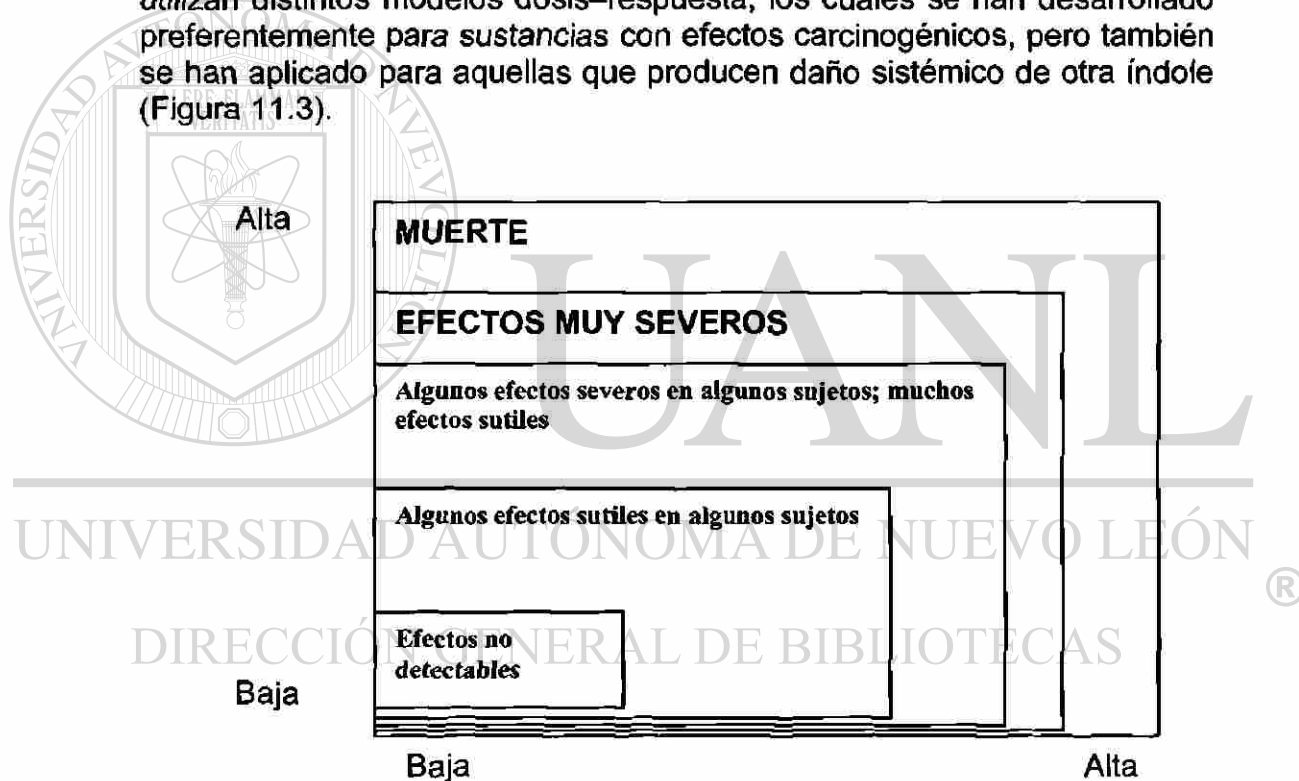
De acuerdo con Omenn (1995), la información necesaria para realizar esta etapa se obtiene a partir de:

- Estudios realizados en animales de laboratorio
- Investigaciones epidemiológicas en poblaciones humanas
- Informes de casos de humanos expuestos

Otros datos toxicológicos provienen de estudios experimentales en sistemas que no son completos, como órganos aislados, células o componentes subcelulares y del análisis de las estructuras moleculares de las sustancias de interés (American Chemical Society, 1984); se considera que los datos obtenidos de éstas dos últimas fuentes son indicadores menos certeros del potencial tóxico de un contaminante.

Evaluación Dosis-Respuesta

El siguiente paso en la evaluación de riesgos es la estimación de la relación dosis–respuesta para varias de las formas de toxicidad que muestra una determinada sustancia. Para realizar esta estimación se utilizan distintos modelos dosis–respuesta, los cuales se han desarrollado preferentemente para sustancias con efectos carcinogénicos, pero también se han aplicado para aquellas que producen daño sistémico de otra índole (Figura 11.3).



DOSIS

Figura Relación general dosis–respuesta (Covello, 1993).

La figura anterior expresa que:

- A niveles de exposición suficientemente bajos, los efectos no pueden ser detectados sin importar cual es la duración de la exposición

- A dosis ligeramente mayores, algunos efectos sutiles pueden ser detectados en una proporción muy pequeña de individuos expuestos, que son particularmente sensibles al agente de riesgo
- A medida que la dosis aumenta, una gran proporción de la población puede responder mostrando efectos sutiles, y una pequeña proporción experimenta efectos adversos más severos.
- Si la dosis continúa incrementándose, aumentará la severidad de los efectos adversos.
- A una dosis alta y con suficiente duración, la mayoría de la población experimentará efectos adversos y algunos individuos responderán de manera más severa que otros.
- Generalmente, ningún agente puede causar la muerte a menos que se trate de un accidente o de una intoxicación severa.

En general, los modelos dosis–respuesta proporcionan solo una limitada y sumamente simplificada representación de esta progresión.

A pesar de que se han desarrollado estudios epidemiológicos, hay pocos datos cuantitativos confiables sobre exposición; en la mayoría de los casos, las relaciones dosis–respuesta deben ser estimadas a partir de estudios realizados en animales de laboratorio, lo cual conlleva tres problemas importantes (EPA, 1989):

1. Los animales usualmente suelen estar expuestos a altas dosis, y los efectos a bajas dosis deben predecirse con base en algunos supuestos teóricos acerca de la forma de las relaciones dosis–respuesta.
2. Los animales y los humanos a menudo difieren en susceptibilidad.
3. La población humana es muy heterogénea, de tal suerte que algunos individuos pueden ser más susceptibles que otros.

Convencionalmente, los toxicólogos asumen dos supuestos generales acerca de las relaciones dosis–respuesta a bajas dosis. Para efectos que involucran alteraciones del material genético (incluyendo la iniciación de cáncer), existen razones teóricas para creer que los efectos ocurren a dosis muy bajas, por lo que existe una relación lineal entre la dosis y la respuesta. Para los otros efectos biológicos no carcinogénicos, usualmente se asume que existe un nivel "umbral", lo cual significa que puede existir una determinada dosis a la cual no se observa ningún efecto en función de los mecanismos de homeostasis.

Sustancias que muestran umbral

Para sustancias que no muestran propiedades carcinogénicas y, por lo tanto, exhiben un umbral, la evaluación de la relación dosis–respuesta consiste en describir las diferentes respuestas observadas, a partir de las distintas dosis aplicadas con la finalidad de establecer un nivel o concentración de la sustancia en el cual no se observan efectos. Este se conoce como Nivel de Efecto No Observable (No Observable Effect Level, NOEL).

Los NOEL identificados conllevan ciertas incertidumbres, por ello, las instituciones que establecen normas y las de salud pública protegen a las poblaciones de sustancias que no muestran efectos de umbral, dividiendo los NOEL obtenidos de experimentación entre "factores de seguridad". Estos factores varían de acuerdo a: (i) la naturaleza y la calidad de los datos a partir de los cuales se determinó el NOEL; (ii) de la gravedad de los efectos tóxicos; (iii) del tipo de protección que se busca, por ejemplo, de exposiciones agudas, subcrónicas o crónicas; y (iv) de la naturaleza de la población que se desea proteger, ya sea población general u ocupacional. De acuerdo a las circunstancias, se utilizan factores de seguridad de 10, 100 ó 1,000.

Además, el NOEL se utiliza para calcular la Ingesta Diaria Aceptable (IDA), que resulta de dividir el NOEL experimental dado en mg/kg/día, para el efecto tóxico que aparece a la dosis más baja, entre uno de los factores de seguridad mencionados anteriormente. No hay manera de determinar si la exposición a valores de la IDA estimados bajo esta forma carece de riesgo; por ello, no son garantía de seguridad, pero representan un nivel de riesgo aceptable.

Sustancias que no presentan Umbral

Se considera que los agentes químicos que muestran propiedades carcinogénicas no poseen un nivel umbral. Se puede suponer que la curva dosis–respuesta llega a riesgo cero sólo a dosis cero; a medida que se incrementa la dosis, el riesgo, entendido como la probabilidad de cáncer se vuelve inmediatamente infinito.

Se ha observado que si ocurre algún daño particular al material genético, incluso de una sola célula, ésta puede sufrir una serie de cambios que en un momento dado resultan en la formación de un tumor; el tiempo requerido para que dichos cambios necesarios culminen en un cáncer, puede ocupar una parte sustancial de la vida de un animal o de un humano (EPA, 1987).

Aparentemente, algunos carcinógenos sólo son capaces de iniciar el proceso ("iniciadores"); y otros actúan en etapas posteriores ("promotores").

Se considera que una cantidad arbitrariamente pequeña de una sustancia carcinógena puede afectar el cambio de células normales a células cancerosas, y que una cantidad mayor del carcinógeno únicamente aumenta la probabilidad de que ocurran estos cambios (James, 1985). Este proceso carcinogénico está sujeto a revisión, no ha sido totalmente confirmado, y es conocido como "Modelo Multietapas", mismo que es utilizado por la EPA (EPA, 1987).

Dado que existe una gran diferencia entre las dosis que se suministran experimentalmente, mismas que suelen ser muy altas, y las dosis específicas de interés, se han desarrollado varios modelos matemáticos que permiten estimar los riesgos a dosis bajas a partir de dosis altas; estos modelos pueden conducir a estimaciones muy diferentes y no son para sustancias específicas, cada uno está basado en los supuestos generales para carcinogénesis.

Actualmente, dado que aún no se conoce completamente el proceso de carcinogénesis, y que la evidencia biológica indica una linealidad en la iniciación tumoral, con frecuencia se utilizan los modelos lineales.

En la mayoría de la literatura los modelos de dosis–respuesta se enfocan a riesgos por agentes químicos, sin embargo, estos modelos también han sido desarrollados para otros agentes de riesgo incluyendo agentes físicos; por ejemplo, los modelos de simulación para predecir los daños individuales en accidentes automovilísticos.

Evaluación de la exposición

Esta etapa incluye la estimación de la cantidad de personas expuestas a determinado agente ambiental, así como la magnitud y duración de la exposición. Se ha considerado que, bajo determinadas circunstancias, es relativamente sencillo medir la exposición humana a partir de la medición de niveles de agentes ambientales peligrosos, o utilizando monitores personales. En la mayoría de los casos es necesario conocer con detalle los factores que controlan la exposición, entre otros (McKone, 1989):

1. Los factores que controlan la producción del agente en cuestión y su ingreso al ambiente.
2. La localización y cantidad del agente que fue emitido o descargado.
3. Las características que controlan el destino ambiental del contaminante, incluyendo su transporte, persistencia y degradación.
4. Los factores que determinan el contacto de humanos con el agente en cuestión, considerando el tamaño y la distribución de las poblaciones humanas vulnerables.
5. Los mecanismos de incorporación de la sustancia en humanos.

La EPA (1986) define exposición como “el contacto con un agente químico o físico”, esto implica que cuando se realiza una evaluación de exposición humana a contaminantes ambientales, se transforman las concentraciones ambientales en estimaciones cuantitativas de la cantidad del contaminante que pasa a través de cualquiera de las vías de acceso (pulmones, piel y tracto gastrointestinal) al interior del cuerpo humano de individuos dentro de una población específica.

La cantidad de la sustancia química que atraviesa diariamente estas barreras proporciona las bases para evaluar el detrimento en la salud de la población. Este proceso de estimar exposición a partir de datos limitados y de extrapolarlos a poblaciones grandes y diversas requiere de supuestos, inferencias y simplificaciones. Qué tan bien estas estimaciones reflejan las exposiciones reales, es una pregunta aún no del todo contestada. Una evaluación de exposición puede ser muy valiosa si proporciona una visión exhaustiva de todas las rutas de exposición, y si identifica las principales fuentes de incertidumbre y los impactos que tendrían en el proceso para la toma de decisiones.

McKone y Ryan (1989) proporcionan un modelo de exposición que toma en cuenta múltiples rutas de exposición, y su vínculo con la exposición humana a través de la ingesta y las concentraciones en aire, agua y suelo del o los contaminantes de interés. Este modelo convierte las concentraciones ambientales en exposición humana utilizando factores de rutas de exposición (Pathway Exposure Factors o PEFs).

Estos PEFs son expresiones numéricas que incorporan información de fisiología y conducta humana, en los cuales las unidades de concentración (mg/m^3 en aire o mg/kg en suelo) son transformadas a mediciones de la exposición diaria ($\text{mg}/\text{kg}/\text{día}$) para rutas específicas de inhalación, ingestión o contacto dérmico.

Caracterización del riesgo

En esta etapa se analiza y discute la información obtenida en los pasos anteriores, y se prepara su presentación en forma útil y comprensible. Para ello, no solamente se deben considerar las estimaciones de riesgo asumidas para un escenario de exposición dado, sino que se deben especificar las limitaciones que conllevan las suposiciones asumidas, y las incertidumbres cualitativas y cuantitativas identificadas a lo largo de todo el proceso (Paustenbach, op.cit.).

En comparación con los esfuerzos que se han realizado para desarrollar apropiadamente las etapas de identificación del peligro, establecimiento de la relación dosis–respuesta y estimación de la exposición, la caracterización

del riesgo no ha recibido tanta atención como las anteriores. Sin embargo, no hay ninguna duda sobre la necesidad de profundizar en esta última, para presentar la información de la mejor manera posible a los responsables en la toma de decisiones.

El principal reto al realizar evaluaciones de riesgos es el tratar de demostrar, a partir de la información obtenida de estudios epidemiológicos y de estudios de corta y larga duración realizados en animales de laboratorio, si determinada sustancia química posee efectos potencialmente adversos para la salud humana o para el ambiente (Omenn, op.cit.). Este conocimiento adquiere cada día mas fuerza, en virtud de que existen una serie de programas reglamentarios tendientes a proteger la salud pública y los ecosistemas (Ott, 1990).

Debido al rápido avance del conocimiento en esta área, y en respuesta a presiones sociales, económicas, políticas y tecnológicas entre otras, el proceso de evaluación de riesgos se ha visto sujeto a revisiones y análisis estrictos. Al margen de los aspectos científicos, una cuestión que ha jugado un papel determinante para efectuar dichas revisiones es el alto costo económico que conlleva la realización de estas evaluaciones. Muchas sustancias químicas que se utilizan comercialmente no han sido estudiadas bajo ésta perspectiva (Omenn, op.cit.).

En la práctica, se ha admitido que la metodología de riesgos tiene limitaciones e imperfecciones; sin embargo, mas allá de ello, se ha reconocido que representa la mejor herramienta para poder abordar aspectos de salud, seguridad y riesgos ambientales, proporcionando un camino lógico y efectivo para analizar y evaluar la información disponible. En síntesis se puede decir que este enfoque tiene muchas ventajas, entre otras: ®

1. Proporciona diferentes estimaciones para el riesgo calculado.
2. Presenta un intervalo de posibles riesgos que reflejan las incertidumbres inherentes a los datos y la teoría.
3. Reduce el intervalo de incertidumbres en la toma de decisiones, ya que identifica las estimaciones más pertinentes.
4. Ayuda a la asignación de prioridades a la toma de decisiones y al desarrollo de estándares.
5. Describe y cuantifica los niveles de riesgo que pueden ser encontrados una vez que se han instrumentado tecnologías específicas para reducir riesgos.
6. Identifica subpoblaciones especialmente sensibles y vulnerables.
7. Identifica aquellas áreas en las cuales la reducción de incertidumbres puede ser más efectiva para reducir riesgos.
8. Señala los vacíos de información que existen, orientando líneas de investigación.

Sobre la posibilidad de llevar a la práctica un proceso de esta naturaleza, es importante reconocer la flexibilidad de todas las estrategias disponibles que permitan realizar una evaluación de riesgos.

A pesar de que la mayoría de las evaluaciones de riesgo han sido enfocadas a poblaciones humanas, la importancia de realizar evaluaciones de riesgo al ambiente ha ido en incremento, ya que la calidad de la existencia humana depende crucialmente de los beneficios que se derivan de un aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, y una cantidad considerable de efectos ambientales adversos pueden ser producidos por exposición a agentes de riesgo. Por ello, es interés de las autoridades nacionales el aprobar una metodología de evaluación de riesgos, aplicable a las condiciones nacionales que permita la toma de decisiones informada, la adecuada jerarquización de riesgos y la determinación de los límites de restauración de suelos, científicamente avalados.

Criterios Interinos de Restauración de Suelos

En ausencia de normatividad nacional que establezca niveles de limpieza a alcanzar en los suelos contaminados, durante el saneamiento de los mismos, se habían venido utilizando las referencias internacionales disponibles. Lo anterior en virtud de que no existen criterios fundamentados para elegir entre un valor y otro, por lo que es difícil establecer si una concentración fijada antes de algún tratamiento es tan rigurosa que será difícil alcanzarla, o bien, es tan alta que aún representa un riesgo a la salud o el ambiente.

La experiencia documentada en la materia sugiere la necesidad de realizar estudios de evaluación de riesgo para cada caso particular; sin embargo, se enfrenta nuevamente la falta de una reglamentación propia que establezca un procedimiento uniforme para realizar dichos estudios. Además, la aplicación de los diversos enfoques de evaluación de riesgo reportados en la literatura pueden dar como resultado un intervalo muy amplio en las concentraciones permisibles.

Para poder cumplir con el objetivo primordial del GDT, que es el establecer límites de limpieza, se consultaron las estadísticas realizadas por la Profepa a partir de 1997. Se pudo concluir que las sustancias que más frecuentemente estaban involucradas en emergencias o contingencias ambientales eran, en orden de ocurrencia:

<i>Petróleo crudo</i>
<i>Combustóleo</i>
<i>Diesel</i>
<i>Gas LP</i>
<i>Amoniaco</i>
<i>Gasolina Nova</i>
<i>Gasolina Magna</i>
<i>Acido Sulfúrico</i>
<i>Cloro</i>
<i>Tolueno</i>
<i>Aceites Residuales</i>

Estos productos se agruparon, para su análisis, en función de su naturaleza; a grandes rasgos en hidrocarburos y ácidos y bases. El cloro, gas LP y amoníaco, por su naturaleza gaseosa, al fugarse no afectan al suelo; más aún, el amoníaco se usa como fertilizante. Por ello, no se consideró pertinente emitir Criterios Interinos para estas sustancias. En contraparte, se decidió incluir al xileno debido a su alta incidencia y su peligrosidad intrínseca.

Se decidió considerar a estos productos debido a que, en los registros sobre emergencias ambientales que obran en poder de la Profepa, se puede comprobar que, en más del 90% de las emergencias ambientales ocurridas en el período de 1997 al primer semestre del 2000, se vieron involucrados estos productos.

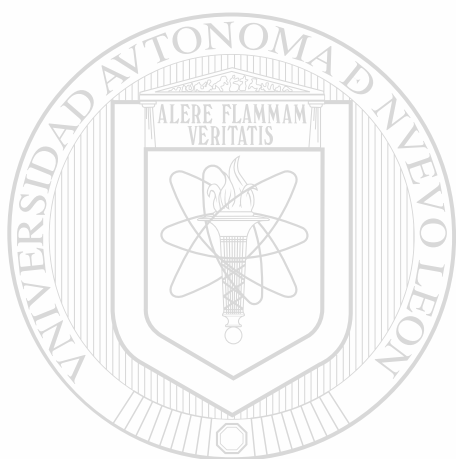
Por lo anterior, este primer grupo de ocho Criterios Interinos se enfoca principalmente a hidrocarburos y a ácidos y bases. Una razón adicional de esta consideración es que los derrames de hidrocarburos son los que más llaman la atención de la opinión pública, además de que en el país, y por efectos de la actividad petrolera e industrial, se tiene un gran número de suelos contaminados con derivados del petróleo.

Si bien el riesgo a la salud de estos es menor que el que presentan los Inorgánicos Tóxicos (Metales Pesados), su amplia distribución en el territorio nacional indicaba la urgencia de contar con los límites de limpieza correspondientes. De cualquier forma, también se consensó la necesidad de establecer límites para metales pesados, mismos que fueron emitidos casi inmediatamente después.

Marco de referencia

Inicialmente se tomaron como referencia las normatividades oficiales de algunas entidades de los Estados Unidos de Norteamérica. En la Tabla 12.1

se presentan los límites permisibles entendidos como niveles de limpieza. En ella se pueden apreciar dos aspectos principales. Uno es el correspondiente al **parámetro indicador** que puede ser el propio producto contaminante o alguno de sus componentes tóxicos, el otro aspecto se refiere al **método analítico** empleado para su cuantificación, situación que es de fundamental importancia, más aún cuando se trata de productos muy complejos.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla Límites permisibles de contaminantes en suelos y aguas subterráneas en algunas entidades de los Estados Unidos de Norteamérica

Estado	Contaminante	Parámetro indicador	Limite permitido (Nivel de limpieza)		Método analítico	
			Suelo (mg/kg)	Agua subterránea (ug/l)	Suelo	Agua subterránea
Alabama	gasolina	benceno		5		EPA 602,624
		tolueno		1000		EPA 602,624
		Etilbenceno		700		EPA 602,624
		xilenos		10,000		EPA 602,624
	gasolina diesel aceite gastado	HTP	100		EPA 9071 EPA 418.1	
Arizona	gasolina	HTP		1		EPA 418.1
		benceno	0.13	5	EPA 8020	EPA 502.2
		tolueno	200	1000	EPA 8020	EPA 502.2
		etilbenceno	68	700	EPA 8020	EPA 502.2
		xilenos	44	10,000	EPA 8020	EPA 502.2
Arkansas	gasolina diesel aceite gastado	HTP	100-1000		EPA 418.1 EPA 8015M	
		BTEX	0-400		EPA 8020	
California	gasolina	benceno	0.3-1		EPA 8020	
		tolueno	0.3-50		EPA 8020	
		etilbenceno	1-50		EPA 8020	
		xilenos	1-50		EPA 8020	
Delaware	gasolina diesel	HTP	100		EPA 418.1M EPA 9071 EPA 8015M	
		BTEX	10		EPA 3010+8020	
Florida	gasolina	benceno		1		EPA 602
		BTEX		50		EPA 602
		diesel	naftalenos		100	
Georgia	gasolina	benceno		5-71		EPA 8020
		tolueno		1000- 200,000		EPA 8020
		etilbenceno		700-28,718		EPA 8020
		xilenos		10,000		EPA 8020
		BTEX	20-100		EPA 8020	
	gasolina diesel aceite gastado	HTP	100-500		California M	

Tabla continuación

Estado	Contaminante	Parámetro indicador	Límite permitido (Nivel de limpieza)		Método analítico	
	diesel	benzopireno		0.03-0.2		EPA 550 EPA 8270
		antraceno		110,000		EPA 8270
		criseno		0.3		EPA 8270
		fluorantreno		370		EPA 8270
		fluoreno		14,000		EPA 8270
		pireno		11,000		EPA 8270
			Suelo (mg/kg)	Agua subterránea (ug/l)	Suelo	Agua subterránea
Idaho	Gasolina	benceno		5		EPA 8020
		tolueno		1000		EPA 8020
		etilbenceno		700		EPA 8020
		xilenos		10,000		EPA 8020
		HTP	40-200		EPA 8015	
	Diesel	HTP	100-2000		EPA 8015	
	aceite gastado	HTP	100		EPA 418.1	
Kansas	Gasolina	benceno	1.4	5	EPA 8020	EPA 502.2
		tolueno		1000		EPA 502.2
		etilbenceno		680		EPA 502.2
		xilenos		440		EPA 502.2
	Gasolina Diesel aceite gastado	HTP	100			
	Diesel	naftaleno		143		
Kentucky	Gasolina	BTEX (c/u)	1	5	EPA 8240	EPA 8240
Louisiana	Gasolina	BTEX	100		EPA 8020	
Michigan	Gasolina	benceno	24	1	EPA 8020	EPA 8020
		tolueno	16,000	790	EPA 8020	EPA 8020
		etilbenceno	1500	74	EPA 8020	EPA 8020
		xilenos	5600	280	EPA 8020	EPA 8020
Missouri	Gasolina	HTP	50-500	5-10	EPA 418.1M	EPA 418.1
Montana	Gasolina Diesel	HTP	100			

Tabla continuación

Estado	Contaminante	Parámetro indicador	Límite permitido (Nivel de limpieza)		Método analítico	
Nebraska	Gasolina Diesel	benceno	0.005-50	5	EPA 8021	EPA 8021
		BTEX	1-10,000		EPA 8021	
Nevada	Gasolina Diesel	HTP	100		EPA 8015	
New Jersey	Gasolina	benceno	3-13	0.2	EPA SW 846	EPA SW 846
		tolueno	1000	1000	EPA SW 846	EPA SW 846
		etilbenceno	1000	700	EPA SW 846	EPA SW 846
		xilenos	110-1000	40	EPA SW 846	EPA SW 846
		antraceno	10,000	2000	EPA SW 846	EPA SW 846
		naftaleno	230-4200		EPA SW 846	EPA SW 846

HTP: hidrocarburos totales del petróleo; BTEX: benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos; M: método modificado.

Publicado en: S. Saval, 1995. Remediación y Restauración. En *PEMEX Ambiente y Energía, Los retos del futuro*, México, UNAM-Petróleos Mexicanos, 151-189.

Fuente original: Oliver T., Kostechi P. y Calabrese E. *State Summary of Soil and Groundwater Cleanup Standards for Hydrocarbons, Association for the Environmental Health of Soils for EPA Office of Underground Storage Tanks, USA, 1993.*

A partir de la Tabla 12.1, se conformaron las Tablas 12.2 a 12.11, en las que se resumieron los valores correspondientes a los siguientes hidrocarburos monoaromáticos: benceno (Tabla 12.2), tolueno (Tabla 12.3), etilbenceno (Tabla 12.4) y xilenos (Tabla 12.5) en forma individual y en mezcla identificada como BTEX (Tabla 12.6). También se incluyeron las concentraciones permisibles para residuos aceitosos (Tabla 12.7), gasolina (Tabla 12.8) y diesel (Tabla 12.9), expresadas como hidrocarburos.

Tabla

Benceno

Estado	Concentración (mg/kg)
Arizona	0.13
California	0.3 - 1.0
Kansas	1.4
Kentucky	1.0
Michigan	24.0
Nebraska	0.005 - 50.0
New Jersey	3.0 - 13.0
Intervalo	0.005 - 50.0

Tabla Tolueno

Estado	Concentración (mg/kg)
Arizona	200.0
California	0.3 - 50.0
Kansas	NR
Kentucky	1.0
Michigan	16,000.0
Nebraska	NR
New Jersey	1,000.0
Intervalo	0.3 - 16,000.0

NR significa no reportado

Tabla Etilbenceno

Estado	Concentración (mg/kg)
Arizona	68.0
California	1.0 - 50.0
Kansas	NR
Kentucky	1.0
Michigan	1,500.0
Nebraska	NR
New Jersey	1,000.0
Intervalo	1.0 - 1,500.0

NR significa no reportado

Tabla Xilenos (o-, m-, p-)

Estado	Concentración (mg/kg)
Arizona	44.0
California	1.0 - 50.0
Kansas	NR
Kentucky	1.0
Michigan	5,600.0
Nebraska	NR
New Jersey	110.0 - 1,000.0
Intervalo	1.0 - 5,600.0

NR significa no reportado

Tabla BTEX

Estado	Concentración (mg/kg)
Arkansas	0 - 400
Delaware	10
Georgia	20.0 - 100.0
Louisiana	100.0
Nebraska	1.0 - 10,000.0
Intervalo	0 - 10,000.0

Tabla Residuos aceitosos

Estado	Concentración (mg/kg)
Alabama	100.0
Arkansas	100.0 - 1,000.0
Georgia	100.0 - 500.0
Idaho	100.0
Kansas	100.0
Intervalo	100.0 - 1,000.0

Tabla Gasolina

Estado	Concentración (mg/kg)
Alabama	100.0
Arkansas	100.0 - 1,000.0
Delaware	100.0
Georgia	100.0 - 500.0
Idaho	40.0 - 200.0
Kansas	100.0
Missouri	50.0 - 500.0
Montana	100.0
Nevada	100.0
Intervalo	40.0 - 1,000.0

Tabla Diesel

Estado	Concentración (mg/kg)
Alabama	100.0
Arkansas	100.0 - 1,000.0
Delaware	100.0
Georgia	100.0 - 500.0
Idaho	100.0 - 2,000.0
Kansas	100.0
Montana	100.0
Nevada	100.0
Intervalo	100.0 - 2,000.0

Al analizar las tablas anteriores se aprecia un amplio intervalo de concentración en todos los casos, que varía hasta en 5 órdenes de magnitud en el caso de tolueno y 4 para benceno y la mezcla de BTEX. Los menores intervalos de variación son para diesel, gasolina y residuos aceitosos. Al respecto, se sabe que los límites permisibles en las normativas de Estados Unidos son producto de estudios de evaluación de riesgo a la salud, lo cual da una idea de la necesidad de conocer cada situación de manera particular.

Por lo que respecta a los hidrocarburos polinucleoaromáticos (HPNA's), únicamente New Jersey establece como parámetros indicadores en suelo al antraceno y al naftaleno en las concentraciones indicadas en la Tabla

Tabla Polinucleoaromáticos en suelo en la normatividad de New Jersey

Compuesto	concentración (mg/kg)
Antraceno	10,000
naftaleno	230 - 4,200

Como dato adicional enfocado a los HPNA's, se puede citar que Georgia considera como parámetros indicadores en aguas subterráneas a seis compuestos de esta familia: antraceno, benzopireno, criseno, fluoranteno, fluoreno y pireno, a las concentraciones permisibles indicadas en la Tabla 12.11. Mientras que la normatividad de Georgia establece una concentración de antraceno en agua subterránea de hasta 110,000 $\mu\text{g/L}$, la normatividad de New Jersey parece ser más estricta y permite únicamente 2,000 $\mu\text{g/l}$.

Tabla Concentraciones de riesgo a la salud por ingestión de suelos contaminados con hidrocarburos monoaromáticos y polinucleoaromáticos

Compuesto	Efecto en salud	Suelo industrial mg/kg	Suelo residencial mg/kg
Benceno	Cancerígeno	200	22
Tolueno	no cancerígeno	410,000	16,000
Etilbenceno	no cancerígeno	200,000	7,800
orto-xileno	no cancerígeno	1'000,000	160,000
meta-xileno	no cancerígeno	1'000,000	160,000
benzo(a)antraceno	Cancerígeno	7.8	0.88
benzo(b)fluoranteno	Cancerígeno	7.8	0.88
benzo(k)fluoranteno	Cancerígeno	78	8.8
benzo(a)pireno	Cancerígeno	0.78	0.088
Criseno	Cancerígeno	780	88
Antraceno	no cancerígeno	610,000	23,000
Fluoranteno	no cancerígeno	82,000	3,100
Fluoreno	no cancerígeno	82,000	3,100
Naftaleno	no cancerígeno	82,000	3,100
Acenafteno	no cancerígeno	120,000	4,700
Pireno	no cancerígeno	61,000	2,300

Fuente original: EPA Region III Risk-Based Concentrations, October 1997.

En México, los criterios ecológicos de calidad del agua (CE-CCA-001/89) son un antecedente de la aplicación de hidrocarburos monoaromáticos y polinucleoaromáticos como parámetros indicadores, que hacen especial énfasis en agua potable y aquella destinada a la protección de la vida acuática en aguas dulces y costeras (Tabla 12.13).

Tabla Criterios ecológicos de calidad del agua (CE-CCA-001/89)

Parámetro indicador Concentración ($\mu\text{g/L}$)	Agua potable	Protección de la vida acuática	
		Agua dulce	Áreas costeras
Benceno	10	50	5
Tolueno	14 300	200	60
Etilbenceno	1 400		500
HPNA	0.03		100
Naftaleno		20	20
Acenafteno	20	20	10
Fluoranteno	40	40	0.4

Fuente original: Diario Oficial de la Federación, 2 de diciembre de 1989.

Definición de los Criterios Interinos

Para la definición de los criterios interinos de limpieza, se tomaron como base cinco aspectos principales:

1. Dar énfasis a la presencia de compuestos químicos indicadores de toxicidad y su efecto en la salud, por ejemplo:

- Benceno para gasolinas
- Hidrocarburos aromáticos polinucleares para diesel y residuos aceitosos

2. Considerar la concentración de HC's como un parámetro de control en la restauración del suelo.

3. Aplicar criterios en función del uso del suelo considerando tres tipos:

Suelo 1	agrícola, forestal, recreativo, de conservación
Suelo 2	residencial, comercial
Suelo 3	industrial

4. Tomar como base las concentraciones alcanzadas en casos reales de restauración realizados en México, con la intención de evitar la aplicación de procedimientos agresivos al suelo y al ambiente en general.
5. El parámetro de control para la restauración de suelos contaminados con ácidos o álcalis será el pH.

Con base en lo anterior se establecieron los criterios interinos de limpieza para suelos contaminados que se presentan en la Tabla 12.14. Estos criterios deberán ser aplicados por pares según lo establecido en los puntos 1 y 2 de la definición de criterios, durante el procedimiento administrativo

correspondiente. Lo anterior, obedecerá al resultado del análisis de evaluación de daños ambientales y de la propuesta de restauración para cada caso en particular.

Tabla Criterios interinos de limpieza para suelos contaminados

Nomenclatura:	Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3
Uso del suelo:	Agricultura Forestal Recreativo de Conservación	Residencial Comercial	Industrial

Contaminante:
(concentraciones expresadas en mg/kg, ppm)

Gasolina			
HCs	200	200	500
Benceno*	20	20	50
Tolueno	40	40	100
Xilenos	40	40	100
Diesel			
HCs	1,000	1,000	2,000
Benzo(a)pireno*	0.08	0.08	0.80
Benzo(a)antraceno*	0.80	0.80	8.0
Benzo(b)fluoranteno*	0.80	0.80	8.0
Benzo(k)fluoranteno*	8.00	8.00	80.0
Criseno*	80.0	80.0	800.0

Residuos aceitosos			
HCRs	1.000	1,000	2,000
Benzo(a)pireno*	0.08	0.08	0.75
Benzo(a)antraceno*	0.80	0.80	7.5
Benzo(b)fluoranteno*	0.80	0.80	7.5
Benzo(k)fluoranteno*	8.00	8.00	75.0
Criseno*	80.0	80.0	750.0
*compuestos cancerígenos			

Contaminación con ácidos o álcalis $4.0 \leq \text{pH} \leq 10$

El Registro de Restauraciones

Una de las principales consecuencias de los trabajos del GDT fue la creación y actualización constante, dentro de la Profepa, del Registro de Restauraciones (RDR), como un instrumento que permitirá controlar la aplicabilidad de los criterios interinos, su uniformidad, las restauraciones exitosas y las no exitosas, el volumen de suelo contaminado y el de suelo restaurado. En resumen, permitirá conocer a detalle y de forma regular una restauración desde su inicio hasta su conclusión.

Para realizar esta tarea, se seleccionaron los datos que debería incluir el Registro; datos que permitieran analizar el comportamiento de las actividades inherentes a la restauración, ante Profepa, de un suelo contaminado:

Número de Referencia o Control;
Ubicación del siniestro;
Empresa responsable de la contaminación;
Empresa encargada de la restauración;
Sustancia(s) involucrada(s);
Cantidad derramada;
Area o volumen de afectación;
Uso del suelo;
Concentración inicial del contaminante(s);
Técnicas analíticas empleadas;
Técnica(s) de restauración empleada(s);
Tiempo de ejecución de la restauración;
Límites de limpieza ordenados;
Concentración final del contaminante;
Niveles de fondo (en el caso de Inorgánicos Tóxicos (Metales Pesados))
Situación actual; y
Observaciones

Se decidió que, por comodidad y accesibilidad, el RDR incluyera, en un principio, las restauraciones de suelos contaminados a consecuencia de Emergencias Ambientales, Auditorías Ambientales y las notificadas voluntariamente. Se está trabajando para complementar la información referente a los suelos detectados durante las visitas de inspección y la correspondiente a los sitios abandonados, con el fin de que estos datos sean incluidos en el RDR.

Como se puede observar, los fines estadísticos e informativos que se persiguen con la creación de este registro son muy importantes dado que, por primera vez, se puede cuantificar: el volumen de suelo restaurado; el

número de empresas que han restaurado con éxito; el número de las que no han logrado este objetivo; las técnicas que se han empleado en estas restauraciones y los métodos de laboratorio que se han instrumentado.

Es preciso hacer mención que el objetivo central de la sistematización de esta información es la retroalimentación principalmente a las áreas normativas de la Semamap con el fin de la ulterior determinación de instrumentos normativos y operativos.

La información del RDR se presenta aquí resumida debido a la opinión vertida por la Dirección General Jurídica de esta Procuraduría en el sentido de que, al provenir de áreas con facultad de realizar actos administrativos, y al ser información aportada por terceros, debe sujetarse a lo expresamente dispuesto en el artículo 159 bis 4 de la LGEEPA, que rige lo relativo al Derecho a la Información Ambiental.

Al primer semestre del 2000, y con los datos que se han incluido, el Registro de Restauraciones consta de 155 (ciento cincuenta y cinco) restauraciones, de las cuales 86 (ochenta y seis) se encuentran concluidas y 69 (sesenta y nueve) en proceso. El volumen de suelo involucrado en las 155 restauraciones mencionadas es de 805,609 m³, que equivalen a más de 1'288,000 toneladas. Estas restauraciones han sido llevadas a cabo por 37 empresas, utilizando un total de 11 tecnologías genéricas o sus variantes. Conforme avance el proceso de registro y se afinen los procedimientos, estos volúmenes se verán sensiblemente incrementados.

En la tabla 14.1 se presenta un resumen de la información contenida en el RDR hasta junio del 2000. Ahí se muestra que las cantidades de suelos restaurados se han ido incrementando lenta pero paulatinamente.

Registro de Restauraciones	
Número	155
En proceso	69
Concluidas	86
Metros Cúbicos	805,609
Toneladas	1'288,000
Empresas	37
Tecnologías	11

Un resultado colateral positivo de la aplicación del RDR ha sido la reconsideración del uso de la menos un método de laboratorio que involucra la utilización de sustancias que agotan la capa de ozono, por otro u otros que no presenten ese inconveniente.

Técnicas incluidas en el RDR
▪ Físicas
Excavación y Confinamiento
Extracción de vapores
Lavado
Tratamiento Térmico(Desorción, Incineración, Pozos Térmicos)
▪ Químicas
Neutralización
Oxidación
Ozonización
Estabilización/Solidificación (excepto hidrocarburos)
▪ Biológicas
Composteo
Bioestimulación/Degradación
Biopilas

Las actividades referentes a la Restauración de Suelos Contaminados y su correspondiente Registro se han venido adecuando debido a las circunstancias y decisiones que se han tomado en el seno del GDT desde su creación a la fecha.

Con la información contenida en el RDR hasta la fecha ya es posible construir una matriz que relacione cada una de las técnicas que han sido probadas, con los contaminantes que han sido removidos y con los varios tipos de suelos involucrados. Esta matriz puede servir como herramienta preliminar de toma de decisiones.

Un uso extra propuesto es el de servir como referencia para las concentraciones de contaminantes que pueden ser alcanzados por los métodos probados, y para condiciones específicas. Es pertinente mencionar

que el RDR también podría servir como referencia para los interesados cuando se quisiera consultar cuáles de las técnicas disponibles han demostrado su eficacia con anterioridad.

Métodos inaceptables para la restauración de suelos contaminados

Con base en la experiencia recabada, tanto durante las sesiones del GDT, como de la aplicación práctica de las disposiciones y procedimientos en materia de restauración de suelos, se han detectado una serie de prácticas que, por razones varias, no cumplen efectivamente con el objetivo de remover o disminuir la cantidad de contaminantes presentes en un suelo.

Llama poderosamente la atención el hecho de que es justamente éste el objetivo que persiguen tales prácticas, mismo que no se logra a cabalidad.

El empleo de técnicas no demostradas puede conducir, no solo a no tener éxito en la restauración, sino a veces a diseminar la contaminación en porciones mas amplias del suelo o componentes distintas del ambiente. Puede llegar a suceder que, por utilizar preparaciones de productos químicos de composición desconocida, se corra el riesgo de obtener subproductos aún mas riesgosos que aquellos contaminantes que se pretendía limpiar.

Cabe aclarar que en éste capítulo se utilizarán indistintamente los vocablos: técnica, método, práctica, proceso, procedimiento, todos se refieren al conjunto de acciones para recuperar o restablecer las condiciones del suelo.

Como consecuencia de lo anterior, y debido al gran número de técnicas disponibles en el mercado para la restauración de suelos contaminados, el GDT se pronuncia por señalar cuatro grupos de características que determinan que un proceso sea inaceptable, y son:

1. Transferencia neta de contaminantes de un medio a otro.

Se refiere a todos aquellos procesos que solo cambian de lugar físico los contaminantes o los procesan para llevarlos a un estado de agregación distinto. O simplemente aquellos que pretenden transferirlos de un medio a otro. Ningún proceso que implique el transporte del contaminante, como por ejemplo el volteo o venteo de suelos con gasolina, para permitir la fuga de compuestos volátiles a la atmósfera, será aceptado.

Abundando en el tema, aquellas técnicas que tengan como único objetivo el transferir los contaminantes del suelo hacia el agua o aire, sin controlar las emisiones o descargas provenientes del proceso, serán rechazadas. Es

probable que, debido a su sencillez, estas propuestas tengan un costo competitivo, pero, las objeciones obvias imposibilitan su aceptación.

2. Dilución.

Definida como la mezcla de suelo contaminado con suelo limpio aunque éste sea del mismo tipo o con materiales inertes, ya que se reconoce que esta no es una solución al problema ni un método de restauración, sino justamente el proceso que, lejos de contribuir al mejoramiento del ambiente, obtiene resultados contraproducentes al diseminar los productos contaminantes en un volumen mayor de suelos.

Por ello, los trabajos de nivelación o relleno que se consideren necesarios, deberán iniciar solo hasta que la restauración se haya concluido, esto es, hasta que se haya alcanzado una concentración menor a los Criterios Interinos. Solo entonces se autorizará realizar los movimientos de tierra limpia propuestos.

En el caso de que, como parte de la técnica a emplearse, deba realizarse algún acondicionamiento del suelo a tratar, éste no deberá incluir de ninguna forma la dilución con suelo sano.

3. Uso de organismos manipulados genéticamente en la restauración biológica.

Solo se permite su uso si se demuestra que no tienen genes de resistencia a antibióticos plaguicidas, herbicidas y se cumple con los siguientes puntos:

- Origen del producto.
- Efecto de los organismos alterados genéticamente sobre los contaminantes objetivo (justificación de su uso).
- Volumen de material que se pretende aplicar, método de aplicación, duración y frecuencia de aplicación.
- Estabilidad genética del producto y factores que la afectan.
- Características de patogenicidad e interacción con otros microorganismos
- Proximidad del sitio de aplicación a zonas habitacionales, criaderos de animales, zonas protegidas, así como flora y fauna nativas.
- Características del sitio de aplicación (uso del suelo, cuerpo de agua superficial o subterráneo).
- Contar con planes para la minimización de la dispersión.
- Contar con planes de emergencia en caso de liberación accidental.
- En caso de existir contingencia, contar con un plan para la destrucción total de los microorganismos.

No se recomienda utilizar organismos manipulados genéticamente, que contengan genes marcadores con resistencia a antibióticos, plaguicidas, herbicidas, ya que constituyen un riesgo a la salud humana y animal.

Adicionalmente se deberá atender a lo dispuesto en el Acuerdo por el que se crea la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados con el objeto de coordinar las políticas de la Administración Pública Federal relativas a la bioseguridad y a la producción, importación, exportación, movilización, propagación, liberación, consumo y, en general, uso y aprovechamiento de organismos genéticamente modificados, sus productos y subproductos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el viernes 5 de noviembre de 1999.

4. Uso o generación de sustancias de mayor peligrosidad

Existe consenso en que, debido a la multitud de preparaciones comerciales existentes en el mercado para destruir o transformar los contaminantes presentes en los suelos, no se permitirá (o se condicionará fuertemente) el uso de sustancias para las que no se conozca la naturaleza peligrosa de los productos de reacción, o se conozca que pueden ser más peligrosas que los contaminantes o reactivos originales.

Los formuladores y/o prestadores de servicios que presenten propuestas de restauración involucrando el uso de tales preparaciones (que pueden estar protegidas o no como marcas registradas), deberán demostrar que los productos finales obtenidos y los subproductos intermedios no representan una mayor peligrosidad al ambiente que los contaminantes que pretenden combatir. En cualquier caso, se reitera que las propuestas de restauración se revisan y aprueban caso por caso por parte de Profepa. El riesgo mencionado se refiere a su toxicidad y/o movilidad tanto para la salud humana como para el ambiente.

15.1 Métodos dictaminados por el GDT como inaceptables en lo particular

El GDT ha resuelto, en específico, sobre dos procedimientos como inaceptables:

- ✓ Tratamiento de suelos con derrames de hidrocarburos por el método del cemento, cal y arena.
- ✓ Procedimiento de atadura química de hidrocarburos

Cabe aclarar que los dictámenes del GDT se refieren única y exclusivamente a los dos procedimientos presentados, con sus características exclusivas y

propias, sin pretender que las conclusiones obtenidas sean de ninguna manera extrapolables a otros procedimientos de encapsulamiento, con otras características y dirigidos a otros contaminantes en otras situaciones. Se encarece al lector que consulte la página de Internet de la Profepa para conocer el contenido y los alcances de los dictámenes referidos, o bien que consulte los anexos del presente documento.

Durante sus sesiones, se ha expresado el consenso del GDT en el sentido de pronunciarse a favor de los procesos en donde exista la destrucción física o química del contaminante, su extracción o recuperación del medio y la metabolización del contaminante por vegetales y/o organismos controlados o autóctonos. Todo esto avalado por técnicas cuya eficiencia haya sido científica y técnicamente demostrada.

Es pertinente reiterar que todas las Propuestas de Restauración son revisadas una por una, evitando la emisión de autorizaciones o rechazos genéricos, sobretodo debido a la amplia gama de situaciones que se presentan y que cada una requiere de una solución a la medida.

Guías para la determinación de Acciones Correctivas (Propuestas de Restauración).

Contenido mínimo

Con base en lo dispuesto en el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, la PROFEPA es la encargada de vigilar el cumplimiento de los programas de restauración del ambiente. Específicamente de aquellos relacionados con los suelos y la vegetación contaminados con materiales o residuos peligrosos. La Comisión Nacional del Agua, como la encargada de la administración de los recursos hidráulicos del país, es la responsable de velar por la restauración de la calidad de los cuerpos de agua afectados por los citados materiales. Por ello, la evaluación de daños debe ser presentada por los responsables del daño ante PROFEPA. En caso de afectarse algún recurso hidráulico, PROFEPA solicitará, en su oportunidad, la participación de la Comisión Nacional del Agua.

La responsabilidad de devolver el ambiente a sus condiciones originales es de aquél que, por efecto de sus actividades, lo haya contaminado. Sin embargo, los trabajos pueden ser realizados por alguna compañía especializada contratada para tal fin a nombre del responsable, quien lo contratará bajo su cuenta y riesgo.

Para que sea aceptado un programa de restauración que se presente ante PROFEPA deberá contener, como mínimo, lo siguiente:

- Una Evaluación de Daños al Ambiente según lo establecido en el apartado VI.2.
- La metodología propuesta por el responsable para restaurar los daños al ambiente.
- El programa operativo propuesto para la restauración debidamente calendarizado.
- Los niveles propuestos de restauración con base en la metodología propuesta.

Metodología propuesta

Con base en la información sobre la sustancia involucrada, el tipo de suelo, la magnitud de la afectación, la climatología y demás características del sitio, los componentes ambientales afectados y, en general, toda aquella información pertinente, el responsable deberá seleccionar una metodología de restauración para ser aplicada en el área afectada.

En principio, se sugiere aplicar algún método que haya sido probado con anterioridad y que haya demostrado su aplicabilidad y aplicación exitosas. Es menester recordar que la responsabilidad de la selección de la metodología recae sobre quien haya afectado el ambiente. PROFEPA analizará la pertinencia de la propuesta y con base en un análisis caso por caso, determinará si la propuesta es procedente o no.

Sin intentar hacer una diferenciación estricta sobre las tecnologías de restauración, éstas pueden clasificarse en tradicionales y novedosas. A continuación se presentan listados de las mismas sin que se pretenda que sean exhaustivos.

Tecnologías tradicionales:

Disposición en confinamiento controlado y relleno con material sano

Incineración

Tratamiento térmico

Solidificación-estabilización

Aireación

Neutralización

Bombeo y tratamiento (en el caso de aguas subterráneas)

Tecnologías novedosas:

Biorestauración

Lavado

Extracción con solventes

Enjuagado en sitio

Extracción con vapor

Deshalogenación

Vitrificación

Tratamiento químico

Desorción térmica

Inyección de aire

La propuesta de la metodología debe estar sustentada técnicamente y validada con la información presentada en la Evaluación de Daños. La descripción de las ventajas y desventajas de cada uno de estos métodos escapa a los alcances de este manual, por lo que estas listas sólo son enunciativas. Sin embargo, en vista de que la autorización de las propuestas se realizará caso por caso, se deberá tomar la recomendación de la Dirección General de Emergencias Ambientales en los términos del artículo 68 del Reglamento Interior de SEMARNAP.

Programa de restauración calendarizado

Una vez definida la metodología a emplearse, se deberá presentar el programa detallado de actividades en donde se incluyan todas las actividades previstas a realizar, entre ellas deben resaltarse:

- Fechas de inicio y terminación
- Fechas propuestas de muestreo inicial
- Instalación de equipos
- Movimiento de tierras
- Inoculación de microorganismos (en su caso)
- Dosificación de reactivos (en su caso)
- Instalación de membranas (en su caso)
- Proceso operativo de la restauración
- Fechas propuestas de muestreo final

Todas las actividades deberán ser acompañadas por el tiempo estimado de ejecución y demás datos pertinentes con el fin de que las labores puedan ser supervisadas por las Delegaciones de PROFEPA.

También deberá incluirse la relación de la maquinaria y equipo que se utilizará, la lista de los reactivos químicos por aplicarse, junto con la lista del personal programado para intervenir.

Niveles propuestos

Con base en las concentraciones iniciales del material derramado presentadas en la Evaluación de Daños y en la eficiencia esperada de la metodología seleccionada, es obligación del responsable presentar una propuesta de los niveles de restauración que pretende alcanzar. Estos niveles de restauración pueden ser determinados de alguna de las siguientes maneras:

- A "Niveles de Fondo".- Que son las concentraciones de la sustancia en el medio que se encontraban antes del evento. Tienen el inconveniente de que, en la mayoría de los casos son cero, por lo que es muy difícil alcanzar este nivel.
- A los límites de detección de la técnica de laboratorio usada.
- A los niveles alcanzables por la tecnología seleccionada.- Se basa en las experiencias obtenidas en aplicaciones anteriores de la metodología en condiciones similares.
- A niveles determinados por el uso o vocación del suelo (Agrícola, Industrial, habitacional, comercial, etc.)
- A estándares, normas o lineamientos existentes.- En ausencia de normatividad nacional, se están aplicando los "Criterios Internos" de restauración emitidos por el "Grupo de Trabajo sobre Restauración de Suelos Contaminados".
- A través de Evaluaciones de Riesgo a la Salud.- Son la herramienta idónea para la determinación de estándares, pero requieren de la participación de equipos multidisciplinarios de especialistas, lo que aumenta su costo y tiempo de ejecución, en los casos en los que la magnitud de la afectación o el tiempo de la misma lo requieran, podrá ser una metodología exigible por la PROFEPA.

La Dirección General de Emergencias Ambientales de PROFEPA evaluará los niveles propuestos y resolverá sobre los mismos en un sentido u otro a la brevedad posible con el fin de autorizar la iniciación de los trabajos.

Es muy recomendable que el equipo a cargo de la restauración prepare un anexo fotográfico de la situación como se encontraba el sitio antes de los trabajos y después de realizada la restauración. Esto añade un valor gráfico muy valioso al documento.

Cabe aclarar que, una vez que se presente la propuesta de restauración, habrá que esperar la autorización del arranque de los trabajos por parte de la Delegación de PROFEPA en la jurisdicción correspondiente.

Guías para la determinación de Acciones Correctivas (Propuestas de Restauración).

Contenido mínimo

Con base en lo dispuesto en el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, la PROFEPA es la encargada de vigilar el cumplimiento de los programas de restauración del ambiente. Específicamente de aquellos relacionados con los suelos y la vegetación contaminados con materiales o residuos peligrosos. La Comisión Nacional del Agua, como la encargada de la administración de los recursos hidráulicos del país, es la responsable de velar por la restauración de la calidad de los cuerpos de agua afectados por los citados materiales. Por ello, la evaluación de daños debe ser presentada por los responsables del daño ante PROFEPA. En caso de afectarse algún recurso hidráulico, PROFEPA solicitará, en su oportunidad, la participación de la Comisión Nacional del Agua.

La responsabilidad de devolver el ambiente a sus condiciones originales es de aquél que, por efecto de sus actividades, lo haya contaminado. Sin embargo, los trabajos pueden ser realizados por alguna compañía especializada contratada para tal fin a nombre del responsable, quien lo contratará bajo su cuenta y riesgo.

Para que sea aceptado un programa de restauración que se presente ante PROFEPA deberá contener, como mínimo, lo siguiente:

- Una Evaluación de Daños al Ambiente según lo establecido en el apartado VI.2.
- La metodología propuesta por el responsable para restaurar los daños al ambiente.
- El programa operativo propuesto para la restauración debidamente calendarizado.

- Los niveles propuestos de restauración con base en la metodología propuesta.

Metodología propuesta

Con base en la información sobre la sustancia involucrada, el tipo de suelo, la magnitud de la afectación, la climatología y demás características del sitio, los componentes ambientales afectados y, en general, toda aquella información pertinente, el responsable deberá seleccionar una metodología de restauración para ser aplicada en el área afectada.

En principio, se sugiere aplicar algún método que haya sido probado con anterioridad y que haya demostrado su aplicabilidad y aplicación exitosas. Es menester recordar que la responsabilidad de la selección de la metodología recae sobre quien haya afectado el ambiente. PROFEPA analizará la pertinencia de la propuesta y con base en un análisis caso por caso, determinará si la propuesta es procedente o no.

Sin intentar hacer una diferenciación estricta sobre las tecnologías de restauración, éstas pueden clasificarse en tradicionales y novedosas. A continuación se presentan listados de las mismas sin que se pretenda que sean exhaustivos.

Tecnologías tradicionales:

Disposición en confinamiento controlado y relleno con material sano

Incineración

Tratamiento térmico

Solidificación-estabilización

Aireación

Neutralización

Bombeo y tratamiento (en el caso de aguas subterráneas)

Tecnologías novedosas:

Biorestauración

Lavado

Extracción con solventes

Enjuagado en sitio

Extracción con vapor

Deshalogenación

Vitrificación

Tratamiento químico

Desorción térmica

Inyección de aire

La propuesta de la metodología debe estar sustentada técnicamente y validada con la información presentada en la Evaluación de Daños. La descripción de las ventajas y desventajas de cada uno de estos métodos escapa a los alcances de este manual, por lo que estas listas sólo son enunciativas. Sin embargo, en vista de que la autorización de las propuestas se realizará caso por caso, se deberá tomar la recomendación de la Dirección General de Emergencias Ambientales en los términos del artículo 68 del Reglamento Interior de SEMARNAP.

Programa de restauración calendarizado

Una vez definida la metodología a emplearse, se deberá presentar el programa detallado de actividades en donde se incluyan todas las actividades previstas a realizar, entre ellas deben resaltarse:

- Fechas de inicio y terminación
- Fechas propuestas de muestreo inicial
- Instalación de equipos
- Movimiento de tierras
- Inoculación de microorganismos (en su caso)
- Dosificación de reactivos (en su caso)
- Instalación de membranas (en su caso)
- Proceso operativo de la restauración
- Fechas propuestas de muestreo final

Todas las actividades deberán ser acompañadas por el tiempo estimado de ejecución y demás datos pertinentes con el fin de que las labores puedan ser supervisadas por las Delegaciones de PROFEPA.

También deberá incluirse la relación de la maquinaria y equipo que se utilizará, la lista de los reactivos químicos por aplicarse, junto con la lista del personal programado para intervenir.

Niveles propuestos

Con base en las concentraciones iniciales del material derramado presentadas en la Evaluación de Daños y en la eficiencia esperada de la metodología seleccionada, es obligación del responsable presentar una propuesta de los niveles de restauración que pretende alcanzar. Estos niveles de restauración pueden ser determinados de alguna de las siguientes maneras:

- A "Niveles de Fondo".- Que son las concentraciones de la sustancia en el medio que se encontraban antes del evento. Tienen el inconveniente de

que, en la mayoría de los casos son cero, por lo que es muy difícil alcanzar este nivel.

- A los límites de detección de la técnica de laboratorio usada.
- A los niveles alcanzables por la tecnología seleccionada.- Se basa en las experiencias obtenidas en aplicaciones anteriores de la metodología en condiciones similares.
- A niveles determinados por el uso o vocación del suelo (Agrícola, Industrial, habitacional, comercial, etc.)
- A estándares, normas o lineamientos existentes.- En ausencia de normatividad nacional, se están aplicando los "Criterios Internos" de restauración emitidos por el "Grupo de Trabajo sobre Restauración de Suelos Contaminados".
- A través de Evaluaciones de Riesgo a la Salud.- Son la herramienta idónea para la determinación de estándares, pero requieren de la participación de equipos multidisciplinarios de especialistas, lo que aumenta su costo y tiempo de ejecución, en los casos en los que la magnitud de la afectación o el tiempo de la misma lo requieran, podrá ser una metodología exigible por la PROFEPA.

La Dirección General de Emergencias Ambientales de PROFEPA evaluará los niveles propuestos y resolverá sobre los mismos en un sentido u otro a la brevedad posible con el fin de autorizar la iniciación de los trabajos.

Es muy recomendable que el equipo a cargo de la restauración prepare un anexo fotográfico de la situación como se encontraba el sitio antes de los trabajos y después de realizada la restauración. Esto añade un valor gráfico muy valioso al documento.

Cabe aclarar que, una vez que se presente la propuesta de restauración, habrá que esperar la autorización del arranque de los trabajos por parte de la Delegación de PROFEPA en la jurisdicción correspondiente.

Actualización de las Guías para la Elaboración de Evaluación de Daños Ambientales y Propuestas de Restauración

La gestión ambiental en México y en el mundo es uno de los asuntos mas dinámicos que se pueden encontrar. Científicamente no hay verdades tajantes ni inmutables, y cada día hay nuevas investigaciones y nuevos hallazgos que obligan a la redefinición de conceptos y estrategias.

El marco legal, incompleto a veces, ha de irse adecuando a las nuevas realidades, pero sin perder su esencia que es la de proteger al medio humano, y de proveer lo necesario para un progreso sostenible.

En el caso específico de la contaminación del suelo, esta situación, complicada de origen, se encontraba en un nivel de indefinición preocupante debido a la ausencia de regulaciones específicas en la materia.

En el cumplimiento de sus atribuciones, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente se ha venido enriqueciendo con experiencia práctica y de primera mano sobre el asunto, preocupante, de las emergencias ambientales.

Por ello, mientras este manual se encontraba en prensa, se han venido definiendo aspectos relevantes para la gestión de los suelos contaminados, entre ellos destacan los siguientes:

1. Tomas Clandestinas

Se reconoce la pertinencia de iniciar con oportunidad las acciones de contención, evaluación y restauración de suelos contaminados con hidrocarburos, producto de una liberación descontrolada y masiva de los mismos.

La situación representativa de estos casos es una toma clandestina aplicada a un ducto; son arreglos artesanales que, al no tener un diseño específicamente orientado al control de flujos, tarde o temprano fallan permitiendo que los productos transportados por el ducto se liberen, lenta o rápidamente, hacia los suelos circundantes.

Debido a su operación furtiva, normalmente no están a la vista por lo que estas fugas no son descubiertas sino mucho tiempo después, cuando su presencia es evidente por la magnitud del derrame. También pueden ser descubiertas cuando una pérdida de presión en las instalaciones de bombeo y rebombeo indican pérdida de producto; en este caso, solo una inspección física del ducto en toda su longitud, permite detectar el punto exacto de la fuga.

Cuando se involucran sustancias intrínsecamente riesgosas, especialmente aquellas explosivas o tóxicas, el riesgo a la salud de la población o a sus bienes, así como el daño infligido al suelo, configuran un riesgo inaceptablemente alto, mismo que debe ser enfrentado con criterios de inmediatez y oportunidad.

El criterio genérico seguido es solicitar una evaluación, lo mas exhaustiva posible, de los daños causados al ambiente (especialmente suelo y agua), como condición previa indispensable a la presentación de la propuesta de restauración correspondiente. Se requiere de la autorización de esta Procuraduría para iniciar los trabajos de restauración, así como para la toma de muestras iniciales y finales.

Este esquema es pertinente para los casos considerados “normales”, es decir, para casos de afectación del suelo con sustancias no peligrosas, pero

debe ser exceptuado para aquellos casos como los delineados en los párrafos anteriores en donde el riesgo es tan alto que las operaciones de contención, control y restauración deben ser iniciadas de inmediato, es decir, bajo condiciones de real urgencia.

2. Dilución

La decisión de rechazar aquellas propuestas de restauración que involucren la dilución de los contaminantes mediante la mezcla con suelos sanos provenientes de bancos de material, ya que se reconoce que esta no es una solución al problema ni un método de restauración, sino justamente el proceso que, lejos de contribuir al mejoramiento del ambiente, obtiene resultados contraproducentes al diseminar los productos contaminantes en un volumen mayor.

3. Transferencia neta de contaminantes

En el mismo sentido, aquellas técnicas que tengan como único objetivo el transferir los contaminantes del suelo hacia el agua o aire, sin controlar las emisiones o descargas provenientes del proceso, serán rechazadas. Es probable que, debido a su sencillez, estas propuestas tengan un costo competitivo, pero, las objeciones obvias imposibilitan su aceptación.

4. Preparaciones comerciales

Existe consenso en que, debido a la multitud de preparaciones comerciales existentes en el mercado para destruir o transformar los contaminantes presentes en los suelos, no se permitirá (o se condicionará fuertemente) el uso de sustancias para las que no se conozca la naturaleza peligrosa de los productos de reacción o se conozca que pueden ser mas peligrosas que los contaminantes o reactivos originales.

Los formuladores y/o prestadores de servicios que presenten propuestas de restauración involucrando el uso de tales preparaciones (que pueden estar protegidas o no como marcas registradas), deberán demostrar que los

productos finales obtenidos y los subproductos intermedios no representan un riesgo mayor al ambiente que los contaminantes que pretenden combatir. En cualquier caso, se reitera que las propuestas de restauración se revisan y aprueban caso por caso por parte de Profepa. El riesgo mencionado se refiere a su toxicidad y/o movilidad tanto para la salud humana como para el ambiente.

5. Criterios de muestreo

Dado que uno de los objetivos centrales de la creación del "Grupo de Trabajo sobre Restauración de Suelos Contaminados" (GDT) fue el proveer lo necesario para la mejor gestión en la materia, se consensuó, entre otros asuntos, lo relativo a los criterios de muestreo de suelos. En esta materia, se reconoce que existen básicamente dos criterios de muestreo que se aplican para determinar lo conducente durante una restauración: el Muestreo Estadístico y el Muestreo a juicio de experto o dirigido.

El primero aplica y tiene un sentido pleno cuando se trata de sitios abandonados en los cuales ha transcurrido un lapso muy dilatado desde que se depositaron los contaminantes, normalmente se tiene presente una mezcla de productos y la profundidad de la afectación es muy considerable.

El 79% de los eventos notificados como emergencias ambientales a Profepa son accidentes en transportación, en las cuales se conoce el producto derramado (normalmente uno solo), se puede delimitar la extensión de la afectación y el tiempo transcurrido no es muy prolongado. Para estos casos aplica bien el segundo tipo de muestreo.

Con el fin de uniformar criterios, en el seno del GDT se procedió a determinar, en una primera etapa, la cantidad de muestras necesaria para dictaminar sobre un proceso de restauración. En una segunda etapa se determinará lo relativo a su ubicación espacial.

Los acuerdos a los que se llegaron son los siguientes:

- ✓ Se tomará una muestra simple y puntual por cada 310 m² y cada m de profundidad cuando se realice tratamiento "*in-situ*", es decir, cuando el suelo no sea removido de su lugar original.
- ✓ Se tomará una muestra compuesta por cada 500 toneladas (310 m³ aproximadamente), cuando se realice tratamiento "*on-site*", esto es, cuando se involucre excavación y tratamiento dentro del predio.

En cualquier caso privará la experiencia y buen juicio del representante de esta Procuraduría en la toma de muestras (normalmente es algún inspector

o representante de la Delegación Estatal correspondiente). El enfoque a priorizar los puntos más contaminados o "focos rojos" seguirá imperando como el más recomendable en el momento de seleccionar la ubicación de los sitios de muestreo.

6. Transporte del suelo contaminado

Desde las primeras sesiones del GDT se determinó que los procedimientos de restauración pueden clasificarse, en función del lugar donde se lleven a cabo, en tres grupos (i) *in situ*, (ii) *on site* y (iii) *ex situ*. Consideramos que el primero no requiere explicación.

El segundo se refiere al cuando el suelo es excavado y (i) puesto sobre una capa impermeable para su tratamiento o (ii) sujeto al proceso de desorción térmica, esta situación es permitida solo cuando el sitio de tratamiento se encuentra dentro del mismo predio y el destino final del suelo es el mismo lugar de donde fue retirado.

El tercero, fuera del predio que contiene suelo contaminado, solo podrá realizarse cuando se involucre excavación y confinamiento, es decir, única y exclusivamente cuando el destino final de los suelos contaminados sea un confinamiento controlado o un incinerador. En ambos casos los suelos, aun cuando no son residuos peligrosos, deberán ser transportados como tales, cumpliendo la normatividad aplicable, lo anterior con la finalidad de tener un adecuado control y rastreo de los mismos.

En cualquier caso, deberá obtenerse la autorización correspondiente y por escrito antes de iniciar los trabajos, cualquiera que sea la modalidad en que se planea llevar éstos a cabo.

7. Especificaciones de Laboratorio

En lo referente a la nomenclatura y definición de los métodos de laboratorio a usarse, en las deliberaciones del citado GDT se acordó recomendar que las determinaciones se realicen de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Contaminante	Método
<i>Hidrocarburos base diesel</i>	Cromatografía de gases-ionización de flama extraídos con cloruro de metileno (EPA 8015 B)
<i>Hidrocarburos base gasolina</i>	Cromatografía de gases-ionización de flama extraídos con cloruro de metileno (EPA 8015 B)
<i>Hidrocarburos recuperables de petróleo</i>	<i>Espectrometría en infrarrojo, extraídos con hexano (EPA 418.1 o ASTM 3921)</i>
<i>Benzopireno</i>	<i>Cromatografía de gases. Extraídos con cloruro de metileno (EPA 8310, 8100 u 8270 (Hidrocarburos poliaromáticos))</i>
<i>Benceno</i>	<i>Cromatografía de gases-Espectrometría de masas extraídos con cloruro de metileno (EPA 8240 u 8260C (Hidrocarburos monoaromáticos y otros compuestos orgánicos volátiles))</i>
<i>Plomo total</i>	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7420)
<i>Arsénico total</i>	Espectrofotometría de absorción atómica-generación de hidruros (EPA 7061)
<i>Bario total</i>	<i>Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7080)</i>
<i>Cadmio total</i>	<i>Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7130)</i>
<i>Mercurio total</i>	<i>Espectrofotometría de absorción atómica-vapor frío (EPA 7471)</i>
<i>Niquel total</i>	<i>Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7520)</i>
<i>Selenio total</i>	<i>Espectrofotometría de absorción atómica-generación de hidruros (EPA 7741)</i>
<i>Zinc total</i>	<i>Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7950)</i>
<i>Cromo total</i>	<i>Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7190)</i>
<i>Cianuros</i>	<i>Colorimetría (EPA 9010A)</i>
<i>Acrilamida</i>	<i>Cromatografía de gases-espectrometría de masas con purga y trampa (EPA 8260C)</i>
<i>Acrlonitrilo</i>	<i>Cromatografía de gases-espectrometría de masas con purga y trampa (EPA 8260C)</i>
<i>Plomo orgánico</i>	Pendiente
<i>Hidrocarburos monoaromáticos totales (Aromina+otros disolventes)</i>	<i>Cromatografía de gases-espectrometría de masas con purga y trampa (EPA 8260C)</i>

Para las mediciones inicial y de seguimiento de los contaminantes en suelo, se deberá usar, invariablemente, el mismo método de laboratorio.

Clasificación de Hidrocarburos aplicable a los Criterios Interinos de Restauración debido a que dentro de los Criterios Interinos de Restauración de suelos contaminados solo aparecen los relativos a Gasolinas, Diesel y Residuos Aceitosos, se propone la siguiente clasificación para aquellos hidrocarburos distintos a los tres mencionados, para los que aplicarían los valores numéricos de los criterios mencionados, según la siguiente tabla:

Hidrocarburos Recuperables Criterio Residuos Aceitosos	Hidrocarburos Diesel Criterio Diesel	Base Hidrocarburos Gasolina Criterio Gasolina
Petróleo Crudo	Diesel	Gasavion
Combustóleo	Turbosina	Gasolvente
Emulsiones	Kerosene	Gasolina Magna
Asfalto	Aceites lubricantes	Gasolina Premium
Parafinas	Vaselinas	Gas Nafta
	Aceites Combustibles ligeros	Eter de petróleo
		Ligroina
		Thinner
		Producto Alkilaado
		Aromina

Criterios de Muestreo Aplicables a la Restauración de Suelos Contaminados

Se reconoce que existen básicamente dos criterios de muestreo que se aplican para determinar lo conducente durante una restauración: el Muestreo Estadístico y el Muestreo a juicio de Experto o Dirigido.

El primero aplica y tiene un sentido pleno cuando se trata de sitios abandonados en los cuales ha transcurrido un lapso muy dilatado desde que se depositaron los contaminantes, normalmente se tiene una mezcla de productos presente y la profundidad de la afectación es muy considerable.

El 79% de los eventos notificados como emergencias ambientales a Profepa son accidentes en transportación, en las cuales se conoce el producto derramado (normalmente uno solo), se puede delimitar la extensión de la afectación y el tiempo transcurrido no es muy prolongado. Para estos casos aplica bien el segundo tipo de muestreo.

Con el fin de uniformar criterios, en el seno del GDT se procedió a determinar, en una primera etapa, la cantidad de muestras necesaria para dictaminar sobre un proceso de restauración. En una segunda etapa se determinará lo relativo a su ubicación espacial.

Los acuerdos a los que se llegaron son los siguientes:

1.- Se tomará una muestra simple y puntual por cada 310 m² y cada m de profundidad cuando se realice tratamiento "in-situ".

2.- Se tomará una muestra compuesta por cada 500 toneladas (310 m³ aproximadamente), cuando se realice tratamiento "on-site", esto es, cuando se involucre excavación y tratamiento dentro del predio.

En cualquier caso prevalecerá la experiencia y buen juicio del representante de esta Procuraduría en la toma de muestras (normalmente es algún inspector o representante de la Delegación Estatal correspondiente)

Técnicas y métodos para análisis químicos

Como se mencionó anteriormente, las sustancias que más frecuentemente se derraman son hidrocarburos tales como petróleo crudo, combustóleo, diesel, así como gasolinas Magna y Nova. Por ello, se reconoce la necesidad de definir los métodos de análisis que les son aplicables, a fin de establecer cuales de ellos se recomiendan en función de sus ventajas y limitaciones. Se tendrá, como ventaja adicional, que los resultados obtenidos podrán ser comparables entre sí.

El petróleo está constituido por aceites crudos y una gran variedad de productos refinados. Los aceites crudos varían en composición química, viscosidad, gravedad específica y otras propiedades físicas. Su color va de amarillo pardo a negro. Su viscosidad varía de una sustancia que fluye libremente a una que apenas se vierte. La gravedad específica de la mayor parte de los aceites crudos oscila de 0.73 a 0.95 g/cm³. Algunos de los productos refinados se vuelven más densos y viscosos y contienen menos compuestos volátiles a medida que su clasificación numérica aumenta, pero su gravedad específica siempre es menor a la del agua.

Composición química del petróleo

El petróleo crudo es una mezcla compleja de miles de compuestos orgánicos. La mayoría de ellos son hidrocarburos, los cuales incluyen alcanos, cicloalcanos, alquenos e hidrocarburos aromáticos. Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados por átomos de carbono e hidrógeno y de acuerdo a la proporción de los mismos se dividen en:

Alcanos, con fórmula general $C_n H_{(2n+2)}$, y además pueden ser lineales o ramificados, b) alquenos, con fórmula $C_n H_{2n}$ cuando poseen únicamente una doble ligadura entre dos átomos de carbono, o $C_n H_{(2n-2)}$, cuando están presentes dos dobles ligaduras carbono-carbono, c) cicloalcanos en los cuales los átomos de carbono saturados, CH_2 forman anillos de 3,4,5,6,7,... átomos de carbono; de igual forma pueden tener una o más dobles ligaduras, d) hidrocarburos aromáticos en los cuales los átomos de carbono forman anillos, en los que cada átomo de carbono contiene un átomo de hidrógeno y una doble ligadura; el tamaño de anillo más común es de seis átomos de carbono.

Los compuestos aromáticos pueden tener más de un anillo, los cuales comparten dos átomos de carbono; así, pueden ser bicíclicos, tricíclicos, además, pueden ser lineales o formar angulos. Cuando tienen más de dos anillos se les denomina hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA's).

El petróleo crudo como tal, tiene pocos usos. Para poder ser utilizado de manera más variada se debe separar en fracciones. Al proceso de separación en fracciones por intervalos de punto de ebullición se le denomina "Refinación del Petróleo" y consiste en una destilación fraccionada a presión ordinaria o al vacío. En la Tabla 1 se muestran las fracciones más comunes, indicándose su composición, el número de átomos de carbono que contienen, los compuestos que la integran, el nombre de cada fracción, el intervalo de punto de ebullición (P.E.) al que se destila y los usos típicos para los que se aplica.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



TABLA 1
FRACCIONES TÍPICAS OBTENIDAS POR DESTILACIÓN DEL
PETRÓLEO CRUDO

FRACCIÓN	P.E. (°C)	COMPOSICIÓN APROXIMADA	USOS MÁS FRECUENTES.
Gas	Hasta 20	Alcanos con uno a cuatro átomos de carbono CH_4 a C_4H_{10}	Para sintetizar otros compuestos y como combustible
Éter de Petróleo	20-70	C_5H_{12} , C_6H_{14}	Disolventes y aditivos
Gasolina	70-180	Alcanos de C_6H_{14} a $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Combustibles para motores
Turbosina	180-230	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ a $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	Combustible para aviones
Diesel ligero*	230-305	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ a $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	Combustibles para hornos, calentadores y motores a diesel
Aceites pesados y lubricantes ligeros*	305-405	$\text{C}_{18}\text{H}_{38}$ a $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$	Combustible para generadores de electricidad, aceite lubricante
Lubricantes	405-515	Alcanos superiores más de C_{25}	Lubricantes, grasas, ceras sólidas, grasas lubricantes, jalea de petróleo
Residuo sólido	-	-	Asfalto para aislantes y caminos

* Están formados por más de 250 compuestos.

Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos HPA's

Son hidrocarburos aromáticos con dos o más anillos de carbono que pueden tener grupos diferentes unidos a los anillos. Los compuestos van desde naftaleno (C_{10}H_8 , dos anillos) al coroneno ($\text{C}_{24}\text{H}_{12}$, siete anillos).

Los aceites crudos contienen de 0.2 a 7% de HPA's, cifra que aumenta a medida que aumenta la gravedad específica del producto. En general, los HPA's tienen baja solubilidad en agua, altos puntos de ebullición y de fusión y baja presión de vapor. Al aumentar el peso molecular la solubilidad disminuye, los puntos de ebullición y de fusión aumentan y la presión de vapor disminuye. La mayor parte de los HPA's se forman mediante procesos

de descomposición térmica de las moléculas orgánicas y la recombinación subsecuente de partículas orgánicas (pirólisis). La combustión incompleta de materia orgánica produce HPA's en ambientes de alta temperatura (500-800 °C). Todas las formas de combustión, excepto los gases inflamables bien mezclados con el aire, producen algunos HPA's. El someter el material orgánico a bajas temperaturas (100-300 °C) por períodos prolongados, también deriva en la producción de HPA's.

Persistencia

El petróleo derramado en suelo en bajas cantidades se degrada por fotooxidación y acción microbiana, mientras que parte del mismo se evapora; por su alta viscosidad prácticamente no penetra hacia la profundidad. Hay poca literatura acerca de los tiempos de vida media del petróleo en suelos, pero está regida por el tipo de matriz, disponibilidad de oxígeno, temperatura e integridad del terreno. La persistencia se aumenta al aumentar el peso molecular; la vida media es de menos de dos años para el naftaleno y más de diez para el coroneno. Los aromáticos de alto peso molecular, como el benzopireno y el perileno, proceden de incendios forestales, y son detectables en suelos de bosques hasta cinco años después.

Técnicas Analíticas

Existe una gran variedad de técnicas analíticas que son de utilidad para determinar las cantidades de hidrocarburos presentes en un medio determinado, sin embargo, sólo se mencionarán aquellas de uso más común.

Cromatografía

La cromatografía es una técnica analítica que sirve básicamente para separar los componentes de una mezcla de sustancias e identificarlos con estándares adecuados. Lo que particulariza a la cromatografía de otros métodos químicos y físicos de separación, es que en ésta se ponen en contacto dos fases inmiscibles, una fase móvil y la otra estacionaria. Al introducir la muestra en una fase móvil a una columna empacada con una fase estacionaria, los componentes de la muestra van teniendo interacciones (de partición) entre las dos fases. Si las fases se seleccionan adecuadamente, los componentes de la muestra se van separando gradualmente y van avanzando con la fase móvil, de tal manera que, al final del proceso, se obtiene cada uno de los componentes de la muestra en orden creciente de interacción con la fase estacionaria.

Hay diferentes tipos de cromatografías, dependiendo principalmente del estado físico de las fases móvil y estacionaria, que se combinan con diferentes detectores, según las sustancias que se desean identificar. Para el análisis de hidrocarburos la cromatografía más apropiada es la de gases acoplada a masas, pues con ella se cuantifican los compuestos orgánicos volátiles en diferentes tipos de matrices sólidas y en agua.

El método 8260 de la EPA se basa en el procedimiento de purga y trampa con cromatografía de gases acoplada a masas (CG/EM). Esta técnica es de gran utilidad para la caracterización de compuestos específicos, por ejemplo, benceno, tolueno, etilbenceno, xileno y muchos otros compuestos volátiles más, como los hidrocarburos halogenados. El límite de detección práctico depende del compuesto, pero en general es del orden de 0.5mg/kg (peso seco) para residuos y 5µg/kg (peso seco) para suelos y sedimentos.

Espectroscopía de infrarrojo

La espectroscopía en infrarrojo ha sido la técnica instrumental más utilizada para la determinación de las estructuras de los compuestos orgánicos. Su principal utilidad radica en la identificación de grupos funcionales.

El espectro en el infrarrojo es característico de cada producto químico, se emplea para establecer la identidad de los compuestos y para revelar la estructura de cualquier sustancia pura.

La espectroscopía se basa en el hecho de que una molécula vibra constantemente, sus enlaces se alargan y contraen como resortes, pueden tener movimiento de tijera y de giro. La absorción de la luz infrarroja produce cambios en los estados vibracionales de energía de una molécula. La radiación infrarroja comprende la porción del espectro electromagnético entre las microondas y la luz visible.

El método 418.1 de la EPA utiliza la técnica de infrarrojo para la medición de hidrocarburos de petróleo, extraídos con fluorocarbono 113 de suelos, aguas superficiales y salinas, residuos industriales y domésticos, y sedimentos, también se aplica en la medición de combustibles ligeros, aunque se puede perder cerca de la mitad de cualquier gasolina presente, durante la manipulación de la extracción.

Entre las ventajas del infrarrojo están la rapidez en cuanto a la preparación de la muestra, lectura y evaluación, también se requiere de poca cantidad de la misma, la cual se puede recuperar. Pero un solo tipo de determinación espectroscópica no es, por lo general, suficiente para la caracterización de un compuesto orgánico, por lo que cuando se utiliza en combinación con otra técnica como la resonancia magnética, se obtienen mejores resultados,

sobre todo cuando se trata de un hidrocarburo. Estas técnicas son de mayor utilidad con productos puros. Cuando se trata de mezclas, su uso es más

limitado, su interpretación requiere de gran experiencia y del uso de diferentes sustancias tipo, por lo que solo se recomienda para la determinación de los HTP's.

Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA)

La EAA es una técnica selectiva y sensible que puede determinar cerca de 70 elementos que se encuentran como componentes menores o traza en la muestra (en concentraciones de hasta partes por millón). La muestra se introduce por un capilar para hacerla llegar a una flama donde se evapora el disolvente, se disocia la sal y el elemento se reduce a estado basal, quedando apto para absorber la energía de determinada longitud de onda que proporciona, generalmente, una lámpara de cátodo hueco.

Para algunos elementos como el arsénico y el mercurio se requiere un generador de vapor o hidruros, con el cual se aumenta el límite de detección. En otras ocasiones, cuando se tiene muy poca muestra, se usa un horno de grafito. En ambos casos se pueden cuantificar especies químicas en concentraciones del orden de partes por billón. Sólo en casos muy especiales se recomendaría esta técnica para la determinación de metales por contaminación con hidrocarburos.

Métodos analíticos recomendados

En virtud de que en México aún no se cuenta con métodos autorizados para el análisis de estos contaminantes, de manera general se recomiendan los métodos analíticos presentados en la Tabla 2 que ya han sido probados y que técnica y económicamente es viable su aplicación a nivel nacional. ®

TABLA 2
MÉTODOS ANALÍTICOS RECOMENDADOS PARA
HIDROCARBUROS EN SUELOS

Contaminante	Parámetro indicador	Método analítico
Gasolina	HTP's	EPA 8015 EPA 4030 EPA 9071
Gasolina	BTEX's	EPA 8040 EPA 8060 EPA 8020 / 8021 EPA 8260 524.2 / 624 EPA S2 846
Gasolina	Benceno	EPA 8021 502.2 / 602
Diesel	HTP's	EPA 8015 EPA 8440 EPA 9071 EPA 418.1*
	HPA's	EPA 8310 / 610 EPA 8100 EPA 4035
Aceite gastado, Combustóleo, Diesel	HTP's	EPA 418.1* EPA 8440 EPA 9071 EPA 8015

*Método muy usado, que no está en la lista de los métodos aceptados formalmente.

HTP's significa hidrocarburos totales del petróleo

Para otros contaminantes como bifenilos policlorados se recomienda el método EPA 8080 y para plaguicidas el método EPA 8270.

Recomendaciones

Al realizar análisis de muestras de suelo afectadas por la presencia de contaminantes es importante tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Seleccionar el método más adecuado para el análisis que específicamente se desea según el contaminante.
- Utilizar el mismo método durante el desarrollo de todo el trabajo.

- Elegir un laboratorio acreditado por el SINALP.
- Para análisis subsecuentes trabajar con el mismo laboratorio.
- Todos los resultados deberán reportarse en base seca, independientemente de que el análisis se realice en base húmeda.

Muestreo químicamente inalterado para suelos contaminados

Se entiende por muestreo químicamente inalterado aquel que se realiza sin modificar la composición de la muestra, ya sea por pérdida de sus componentes o por adición de alguna sustancia, que puede ser incluso agua.

El muestreo de suelos contaminados se efectúa, en la mayoría de los casos, para verificar el cumplimiento de la normatividad vigente, en áreas donde se ubicaron una o varias industrias o en sitios donde se derramó algún material peligroso.

En general, el muestreo requiere la recolección de muestras representativas del suelo contaminado. Las situaciones de muestreo varían ampliamente y, por lo tanto, no puede decirse que exista un procedimiento universal de muestreo aplicable a todas las situaciones.

Todos los procedimientos requieren un plan de acción para maximizar la seguridad del personal, minimizar el tiempo y costo del mismo, reducir errores y proteger la integridad de las muestras después de su recolección. Los siguientes pasos son esenciales en este plan de acción:

1. Información sobre los antecedentes del sitio a muestrear.
2. Determinación de lo que será muestreado.
3. Selección del muestreador apropiado para:
 - Muestras superficiales
 - Muestras profundas
4. Selección del contenedor apropiado para la muestra.
5. Estrategia de muestreo, misma que debe incluir lo siguiente:
 - Selección del punto de muestreo adecuado.
 - Determinación del número de muestras a tomar.
 - Determinación de los volúmenes de muestras a tomar.
6. Observar las precauciones apropiadas durante el muestreo.
7. Manejo y preservación adecuados de las muestras.
8. Identificación de las muestras
9. Registro de la información de muestreo en bitácora.
10. Llenado y registro de la Cadena de Custodia.
11. Llenado de la hoja de requisición de análisis de muestra.
12. Entrega o envío de las muestras al laboratorio para su análisis.

Información sobre los antecedentes del sitio a muestrear

La información, lo más exacta posible, sobre los antecedentes del sitio es muy importante para la estrategia del muestreo. La información se usa para determinar los tipos de equipo de protección que se utilizarán, las precauciones de muestreo que se deben observar, así como los tipos de muestreadores, contenedores de muestra, sellado y cierres de contenedores. Generalmente, la información sobre el residuo determina la clase de esquema de muestreo a usarse.

Frecuentemente, la información asequible es incompleta. En estos casos, deberá obtenerse tanta información como sea posible, examinando cualquier documentación perteneciente al material. Cuando no está disponible la documentación pertinente, puede obtenerse información del propietario. La topografía del terreno, la ubicación y la posible migración de los contaminantes junto con la información revisada y evaluada determinan la estrategia de muestreo.

Determinación de lo que será muestreado.

Existe una serie de factores que influyen en el comportamiento de un material en el suelo, tales como la permeabilidad, porosidad, granulometría o contenido de agua del mismo. Asimismo, los suelos contaminados son generalmente mezclas complejas de líquidos, semisólidos, lodos o sólidos. Los materiales sólidos pueden variar de polvos a gránulos o grandes terrones. Dependiendo de estos factores se determinará el equipo apropiado para el muestreo.

Selección del muestreador apropiado

La profundidad a la cual se desea tomar la muestra determinará el equipo a usarse:

- a) **Muestreo superficial:** Los contaminantes en la superficie del suelo se pueden tomar usando cualquier pala o cuchara de muestreo, tomando capas delgadas. La mayoría de los suelos se pueden muestrear con pala, cuchara o espátula. Se debe transferir inmediatamente al recipiente para su traslado al laboratorio. Es necesario evitar el uso de equipo oxidado, sucio o recubierto (cromado, zincado u otros materiales). Los frascos de boca ancha son recomendables para facilitar la transferencia de las muestras hacia los recipientes, además deben tener capacidad suficiente
- b) para contener el volumen completo de la muestra contenida en el muestreador.

- c) Muestreo profundo: El muestreo de suelo se puede realizar con diferentes equipos dependiendo de la profundidad y tipo de suelo del sitio.

Selección del recipiente apropiado para la muestra

Los factores más importantes a considerar al escoger recipientes para muestras son; compatibilidad, resistencia a rupturas y volumen. Los recipientes no deben romperse o tener fugas como resultado de reacciones químicas con constituyentes de la muestra; por lo que es importante tener idea de los contaminantes presentes. Para evitar posibles alteraciones, se recomienda muestrear y transportar en el mismo recipiente que se entregará al laboratorio. Los recipientes deben tener sellos herméticos.

Estrategia del muestreo

Los principales problemas asociados al muestreo de suelos, son la contaminación de las muestras y su inadecuada recolección, por lo que es muy importante considerar estos aspectos dentro de una buena estrategia de muestreo. La estrategia debe ser consistente con los objetivos del muestreo, incluir los puntos seleccionados de muestreo y el número planeado, volúmenes y tipos de muestras a tomarse.

- a) Selección del punto de muestreo: Una muestra representativa es crucial para la estrategia de muestreo. El éxito depende de la selección adecuada de los puntos de muestreo. La superficie se divide en una cuadrícula, muestreando cada una de ellas o un número de cuadrículas representativo del sitio contaminado.
- b) Determinación del número de muestras a tomarse: El número de muestras a tomarse depende de:

1. Origen de la contaminación
2. Producto presente
3. Area y profundidad estimadas
4. Criterio de los responsables del muestreo
5. Norma Oficial correspondiente

Para la selección del número y puntos de muestreo, deberá contarse con el visto bueno de la autoridad.

Cuando se recolectan evidencias para posibles acciones legales, se recolectan múltiples muestras del suelo. Se recomiendan tres muestras idénticas: una muestra se proporciona a la compañía u organización responsable de la contaminación, la segunda muestra se somete al laboratorio para análisis, y la tercera muestra se guarda en almacenamiento para su posible uso como muestra de referencia. No se recomienda subdividir la muestra.

c) Volumen de muestras: Deberá recolectarse un volumen suficiente de la muestra, dependiendo de los análisis a realizar.

Precauciones durante el muestreo

Cuando se muestrean suelos contaminados se deben observar siempre todas las precauciones. En todos los casos, la persona que recolecta una muestra debe estar consciente de que lo muestreado puede representar un riesgo y ser capaz de liberar gases tóxicos. Los antecedentes obtenidos sobre el suelo contaminado serán de ayuda en la selección del equipo de protección y de las medidas de seguridad que deben ser tomadas.

La persona que toma las muestras debe seguir las normas de seguridad y protección que para tal efecto emitió la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

Manejo y preservación adecuados de las muestras.

Después de que una muestra es transferida al recipiente adecuado, éste deberá sellarse herméticamente para prevenir la pérdida de componentes volátiles y para evitar la posible oxidación al contacto con el aire.

El uso de preservadores o aditivos no es recomendado. La muestra debe refrigerarse entre 4 y 6 °C para su conservación y procesarse dentro del tiempo establecido según el análisis correspondiente para que los resultados sean confiables.

Identificación de las muestras

El etiquetado de las muestras es un elemento básico para el registro y descripción de las características del suelo analizado. Debe incluir la profundidad, número de muestra, fecha y hora de recolección, punto de muestreo y nombre del técnico que lo realizó. Cada muestra deberá ser etiquetada y sellada apropiada e inmediatamente después de ser tomada. Una mala identificación de las muestras llevará a errores en la interpretación de los resultados. Los sellos con papel adhesivo, debidamente firmados por

quienes intervienen en la diligencia, se usan normalmente como garantía de inicio de la cadena de custodia de las muestras y tienen pleno valor oficial.

Registro de la información de muestreo en bitácora

Toda la información pertinente acerca del muestreo deberá ser asentada en una bitácora foliada, la cual deberá ser resguardada en un lugar seguro, para cualquier aclaración posterior. Es recomendable que en ella quede asentada la siguiente información:

- Motivo del muestreo
- Descripción y localización del sitio contaminado
- Responsable de la contaminación
- Nombre y dirección del contacto en el sitio del muestreo
- Localización de los puntos de muestreo
- Observaciones en campo
- Tipo de contaminante presente
- Número y volumen de las muestras tomadas
- Fecha y hora de recolección
- Número de identificación de la muestra
- Distribución de la muestra
- Referencias como mapas o fotografías del lugar del muestreo, preferentemente referidas a la Evaluación de Daños o Caracterización del sitio correspondiente
- Cualquier medición realizada en campo

Toda la información anteriormente referida, debe sujetarse al cumplimiento de lo solicitado por la PFFPA para la presentación de una Evaluación de Daños Ambientales y la consecuente Propuesta de Restauración.

Las situaciones de muestreo varían ampliamente. Actualmente no existe norma, procedimiento aprobado o regla general en cuanto a lo extenso de la información que debe ser asentada en la bitácora. Una buena regla, es anotar la información necesaria y suficiente para que otra persona pueda reconstruir la situación de muestreo.

Llenado y Registro de la Cadena de Custodia

Para documentar formalmente la transportación y movimientos de las muestras desde el momento de su recolección hasta su ingreso al laboratorio, se deberá llevar un registro de cadena de custodia, mismo que deberá acompañar cada muestra. Este registro se vuelve especialmente

importante cuando las muestras se presentan como evidencia en algún procedimiento administrativo iniciado por alguna autoridad competente.

El registro debe contener, por lo menos, la siguiente información:

Número de la muestra
Firma del responsable de la toma de muestra
Fecha y hora de recolección
Lugar y dirección de recolección

Tipo de contaminante presente
Firma de las personas que participan en la diligencia
Fechas en las que ha cambiado de posesión
Análisis a realizarse

Esta información debe tomarse de la bitácora de campo.

Llenado de la hoja de requisición de análisis de muestra.

La hoja de requisición de análisis tiene como objetivo acompañar a la muestra en la entrega al laboratorio. La porción de campo de esta forma tiene que ser llenada por el responsable del muestreo, se deberá incluir la información pertinente anotada en la bitácora. La porción correspondiente al laboratorio, será llenada por el personal del laboratorio quien, entre otras cosas, tendrá que mencionar:

Nombre de la persona que recibe la muestra.
Número de muestra en el laboratorio.
Fecha de recepción.
Lugar donde se colocará la muestra.
Análisis que se llevarán a cabo.

Envío de las muestras al laboratorio para su análisis.

Cuando se va a enviar una muestra al laboratorio, se debe empacar apropiadamente para su envío con el fin de evitar fugas o roturas.

Todos los paquetes deberán estar acompañados por la hoja de requisición de análisis y el registro de cadena de custodia las cuales deberán ser legibles en cada paquete, así como la dirección completa de la persona que manda y la del laboratorio que recibe la muestra. Cuando sean enviadas por mensajería normal, se debe obtener una copia del conocimiento de embarque. Los recibos de la oficina de correos y el conocimiento de embarque pueden ser usados como parte de la documentación de la cadena de custodia.

Actualización de las Guías para la Elaboración de Evaluación de Daños Ambientales y Propuestas de Restauración

La gestión ambiental en México y en el mundo es uno de los asuntos mas dinámicos que se pueden encontrar. Científicamente no hay verdades

tajantes ni inmutables, y cada día hay nuevas investigaciones y nuevos hallazgos que obligan a la redefinición de conceptos y estrategias.

El marco legal, incompleto a veces, ha de irse adecuando a las nuevas realidades, pero sin perder su esencia que es la de proteger al medio humano, y de proveer lo necesario para un progreso sostenible.

En el caso específico de la contaminación del suelo, esta situación, complicada de origen, se encontraba en un nivel de indefinición preocupante debido a la ausencia de regulaciones específicas en la materia.

En el cumplimiento de sus atribuciones, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente se ha venido enriqueciendo con experiencia práctica y de primera mano sobre el asunto, preocupante, de las emergencias ambientales.

Por ello, mientras este manual se encontraba en prensa, se han venido definiendo aspectos relevantes para la gestión de los suelos contaminados, entre ellos destacan los siguientes:

1. Tomas Clandestinas

Se reconoce la pertinencia de iniciar con oportunidad las acciones de contención, evaluación y restauración de suelos contaminados con hidrocarburos, producto de una liberación descontrolada y masiva de los mismos.

La situación representativa de estos casos es una toma clandestina aplicada a un ducto; son arreglos artesanales que, al no tener un diseño específicamente orientado al control de flujos, tarde o temprano fallan permitiendo que los productos transportados por el ducto se liberen, lenta o rápidamente, hacia los suelos circundantes.

Debido a su operación furtiva, normalmente no están a la vista por lo que estas fugas no son descubiertas sino mucho tiempo después, cuando su presencia es evidente por la magnitud del derrame. También pueden ser descubiertas cuando una pérdida de presión en las instalaciones de bombeo

y rebombeo indican pérdida de producto; en este caso, solo una inspección física del ducto en toda su longitud, permite detectar el punto exacto de la fuga.

Cuando se involucran sustancias intrínsecamente riesgosas, especialmente aquellas explosivas o tóxicas, el riesgo a la salud de la población o a sus bienes, así como el daño infligido al suelo, configuran un riesgo inaceptablemente alto, mismo que debe ser enfrentado con criterios de inmediatez y oportunidad.

El criterio genérico seguido es solicitar una evaluación, lo mas exhaustiva posible, de los daños causados al ambiente (especialmente suelo y agua), como condición previa indispensable a la presentación de la propuesta de restauración correspondiente. Se requiere de la autorización de esta Procuraduría para iniciar los trabajos de restauración, así como para la toma de muestras iniciales y finales.

Este esquema es pertinente para los casos considerados "normales", es decir, para casos de afectación del suelo con sustancias no peligrosas, pero debe ser exceptuado para aquellos casos como los delineados en los párrafos anteriores en donde el riesgo es tan alto que las operaciones de contención, control y restauración deben ser iniciadas de inmediato, es decir, bajo condiciones de real urgencia.

2. Dilución

La decisión de rechazar aquellas propuestas de restauración que involucren la dilución de los contaminantes mediante la mezcla con suelos sanos provenientes de bancos de material, ya que se reconoce que esta no es una solución al problema ni un método de restauración, sino justamente el proceso que, lejos de contribuir al mejoramiento del ambiente, obtiene resultados contraproducentes al diseminar los productos contaminantes en un volumen mayor.

3. Transferencia neta de contaminantes

En el mismo sentido, aquellas técnicas que tengan como único objetivo el transferir los contaminantes del suelo hacia el agua o aire, sin controlar las emisiones o descargas provenientes del proceso, serán rechazadas. Es probable que, debido a su sencillez, estas propuestas tengan un costo competitivo, pero, las objeciones obvias imposibilitan su aceptación.

4. Preparaciones comerciales

Existe consenso en que, debido a la multitud de preparaciones comerciales existentes en el mercado para destruir o transformar los contaminantes presentes en los suelos, no se permitirá (o se condicionará fuertemente) el uso de sustancias para las que no se conozca la naturaleza peligrosa de los productos de reacción o se conozca que pueden ser más peligrosas que los contaminantes o reactivos originales.

Los formuladores y/o prestadores de servicios que presenten propuestas de restauración involucrando el uso de tales preparaciones (que pueden estar protegidas o no como marcas registradas), deberán demostrar que los productos finales obtenidos y los subproductos intermedios no representan un riesgo mayor al ambiente que los contaminantes que pretenden combatir. En cualquier caso, se reitera que las propuestas de restauración se revisan y aprueban caso por caso por parte de Profepa. El riesgo mencionado se refiere a su toxicidad y/o movilidad tanto para la salud humana como para el ambiente.

5. Criterios de muestreo

Dado que uno de los objetivos centrales de la creación del "Grupo de Trabajo sobre Restauración de Suelos Contaminados" (GDT) fue el proveer lo necesario para la mejor gestión en la materia, se consensuó, entre otros asuntos, lo relativo a los criterios de muestreo de suelos. En esta materia, se reconoce que existen básicamente dos criterios de muestreo que se aplican para determinar lo conducente durante una restauración: el Muestreo Estadístico y el Muestreo a juicio de experto o dirigido.

El primero aplica y tiene un sentido pleno cuando se trata de sitios abandonados en los cuales ha transcurrido un lapso muy dilatado desde que se depositaron los contaminantes, normalmente se tiene presente una mezcla de productos y la profundidad de la afectación es muy considerable.

El 79% de los eventos notificados como emergencias ambientales a Profepa son accidentes en transportación, en las cuales se conoce el producto derramado (normalmente uno solo), se puede delimitar la extensión de la afectación y el tiempo transcurrido no es muy prolongado. Para estos casos aplica bien el segundo tipo de muestreo.

Con el fin de uniformar criterios, en el seno del GDT se procedió a determinar, en una primera etapa, la cantidad de muestras necesaria para dictaminar sobre un proceso de restauración. En una segunda etapa se determinará lo relativo a su ubicación espacial.

Los acuerdos a los que se llegaron son los siguientes:

- ✓ **Se tomará una muestra simple y puntual por cada 310 m² y cada m de profundidad cuando se realice tratamiento “in-situ”, es decir, cuando el suelo no sea removido de su lugar original.**
- ✓ **Se tomará una muestra compuesta por cada 500 toneladas (310 m³ aproximadamente), cuando se realice tratamiento “on-site”, esto es, cuando se involucre excavación y tratamiento dentro del predio.**

En cualquier caso privará la experiencia y buen juicio del representante de esta Procuraduría en la toma de muestras (normalmente es algún inspector o representante de la Delegación Estatal correspondiente). El enfoque a priorizar los puntos mas contaminados o “focos rojos” seguirá imperando como el más recomendable en el momento de seleccionar la ubicación de los sitios de muestreo.

6. Transporte del suelo contaminado

Desde las primeras sesiones del GDT se determinó que los procedimientos de restauración pueden clasificarse, en función del lugar donde se lleven a cabo, en tres grupos (i) in situ, (ii) on site y (iii) ex situ. Consideramos que el primero no requiere explicación.

El segundo se refiere al cuando el suelo es excavado y (i) puesto sobre una capa impermeable para su tratamiento o (ii) sujeto al proceso de desorción térmica, esta situación es permitida solo cuando el sitio de tratamiento se encuentra dentro del mismo predio y el destino final del suelo es el mismo lugar de donde fue retirado.

El tercero, fuera del predio que contiene suelo contaminado, solo podrá realizarse cuando se involucre excavación y confinamiento, es decir, única y exclusivamente cuando el destino final de los suelos contaminados sea un confinamiento controlado o un incinerador. En ambos casos los suelos, aun cuando no son residuos peligrosos, deberán ser transportados como tales, cumpliendo la normatividad aplicable, lo anterior con la finalidad de tener un adecuado control y rastreo de los mismos.

En cualquier caso, deberá obtenerse la autorización correspondiente y por escrito antes de iniciar los trabajos, cualquiera que sea la modalidad en que se planee llevar éstos a cabo.

7. Especificaciones de Laboratorio

En lo referente a la nomenclatura y definición de los métodos de laboratorio a usarse, en las deliberaciones del citado GDT se acordó recomendar que las determinaciones se realicen de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Contaminante	Método
Hidrocarburos base diesel	Cromatografía de gases-ionización de flama extraídos con cloruro de metileno (EPA 8015 B)
Hidrocarburos base gasolina	Cromatografía de gases-ionización de flama extraídos con cloruro de metileno (EPA 8015 B)
Hidrocarburos recuperables de petróleo	Espectrometría en infrarrojo, extraídos con hexano (EPA 418.1 o ASTM 3921)
Benzopireno	Cromatografía de gases. Extraídos con cloruro de metileno (EPA 8310, 8100 u 8270 (Hidrocarburos poliaromáticos))
Benceno	Cromatografía de gases-Espectrometría de masas extraídos con cloruro de metileno (EPA 8240 u 8260C (Hidrocarburos monoaromáticos y otros compuestos orgánicos volátiles))
Plomo total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7420)
Arsénico total	Espectrofotometría de absorción atómica-generación de hidruros (EPA 7061)
Bario total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7080)
Cadmio total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7130)
Mercurio total	Espectrofotometría de absorción atómica-vapor frío (EPA 7471)
Niquel total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7520)
Selenio total	Espectrofotometría de absorción atómica-generación de hidruros (EPA 7741)
Zinc total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7950)
Cromo total	Espectrofotometría de absorción atómica-aspiración directa (EPA 7190)
Cianuros	Colorimetría (EPA 9010A)
Acrilamida	Cromatografía de gases-espectrometría de masas con purga y trampa (EPA 8260C)
Acilonitrilo	Cromatografía de gases-espectrometría de masas con purga y trampa (EPA 8260C)
Plomo orgánico	Pendiente
Hidrocarburos monoaromáticos totales (Aromina+otros disolventes)	Cromatografía de gases-espectrometría de masas con purga y trampa (EPA 8260C)

Para las mediciones inicial y de seguimiento de los contaminantes en suelo, se deberá usar, invariablemente, el mismo método de laboratorio.

Aportaciones del GDT a la gestión de suelos contaminados.

1. Manual técnico para la aplicación de medidas preventivas, correctivas y de seguridad (Guías para evaluación de daños y propuestas de restauración). Aprobado en la II reunión del GDT, 31 de marzo de 1998.
2. Criterios Interinos de Restauración de suelos, primeras ocho sustancias (Gasolina Nova, Gasolina Magna, Diesel, Petróleo Crudo, Acido Sulfúrico, Hidróxido de Sodio, Tolueno y Xileno). Aprobados en la III reunión del GDT, 15 de abril de 1998.
3. Dictaminación sobre el encapsulamiento con cemento, cal y arena. Se emitió acuerdo no aprobatorio en la VIII reunión del GDT, 17 de septiembre de 1998.
4. Métodos inaceptables.
5. Especificaciones de análisis de laboratorio aplicables a hidrocarburos en suelo. Aprobadas en la XVI reunión del GDT, 25 de mayo de 1999 y actualizadas en la XXVII reunión del GDT, 22 de marzo del año 2000.
6. Actualización de las Guías para la Evaluación de Daños Ambientales y Propuestas de Restauración. Elaboradas en julio de 1999 y actualizadas en la XXV reunión del GDT, 22 de marzo del año 2000.
7. Criterios de muestreo de suelos. Aprobados en la XVII reunión del GDT, 29 de junio de 1999; y actualizados en la XXIII reunión, 30 de noviembre de 1999.
8. Dictaminación sobre tanques enterrados. Aprobada en la XVIII reunión del GDT, 3 de agosto de 1999, modificada en la XXVII reunión del GDT, 22 de marzo del 2000.
9. Clasificación de Hidrocarburos. Aprobada en la XIX reunión del GDT, 31 de agosto de 1999.
10. Dictaminación sobre el proceso de atadura química. Aprobada en la XIX reunión del GDT, 31 de agosto de 1999.
11. Especificaciones de análisis de laboratorio aplicables a inorgánicos tóxicos (metales pesados) y otros en suelo. Aprobadas en la XXI reunión

del GDT, 29 de octubre de 1999 y actualizadas en la XXV reunión del GDT, 9 de febrero del año 2000.

12. Criterios Interinos de Restauración de suelos, segundo grupo de catorce inorgánicos tóxicos (Plomo total, Arsénico total, Bario total, Cadmio total, Mercurio total, Niquel total, Selenio total, Zinc total, Cromo total, Cianuro, Acrilamida, Acrilonitrilo, Plomo Orgánico y Arominas). Aprobados en la XXII reunión del GDT, 5 de noviembre de 1999 y actualizados en la XXV reunión del GDT, 9 de febrero del año 2000.

Documentos normativos para la Restauración de suelos

ARTÍCULO 27 DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Artículo 27.- La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, *corresponde originalmente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.*

Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.

La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la *plataforma continental* y los *zócalos marinos* de las islas; de todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos,

constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles, minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional.

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllos, en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o enteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos Entidades Federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos; lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos o corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno; pero, cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aun establecer zonas vedadas al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos; pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados.

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrán realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes. Las normas legales relativas a las obras o trabajos de explotación de los minerales y substancias a que se refiere el párrafo cuarto, regularán la ejecución y comprobación de los que se efectúen o deban efectuarse a partir de su vigencia, independientemente de la fecha de otorgamiento de las concesiones, y su inobservancia dará lugar a la cancelación de éstas. El Gobierno Federal tiene la facultad de establecer reservas nacionales y suprimirlas. Las declaratorias correspondientes se harán por el Ejecutivo en los casos y condiciones que las leyes prevean. Tratándose del petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos o de minerales radioactivos, no se otorgarán concesiones ni contratos, ni subsistirán los que, en su caso, se hayan otorgado y la Nación llevará a cabo la explotación de esos productos, en los términos que señale la Ley Reglamentaria respectiva. Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

Corresponde también a la Nación el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear y la regulación de sus aplicaciones en otros propósitos. El uso de la energía nuclear sólo podrá tener fines pacíficos.

La Nación ejerce en una zona económica exclusiva situada fuera del mar territorial y adyacente a éste, los derechos de soberanía y las jurisdicciones que determinen las leyes del Congreso. La zona económica exclusiva se extenderá a doscientas millas náuticas, medidas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial. En aquellos casos en que esa extensión produzca superposición con las zonas económicas exclusivas de otros Estados, la delimitación de las respectivas zonas se hará en la medida en que resulte necesario, mediante acuerdo con estos Estados.

La capacidad para adquirir el dominio de las tierras y aguas da la Nación, se regirá por las siguientes prescripciones:

- I. Sólo los mexicanos por nacimiento o por naturalización y las sociedades mexicanas tienen derecho para adquirir el dominio de las tierras, aguas y sus accesiones o para obtener concesiones de

explotación de minas o aguas. El Estado podrá conceder el mismo derecho a los extranjeros, siempre que convengan ante la Secretaría de Relaciones en considerarse como nacionales respecto de dichos bienes y en no invocar por lo mismo la

- II. protección de sus Gobiernos por lo que se refiere a aquéllos; bajo la pena, en caso de faltar al convenio, de perder en beneficio de la Nación, los bienes que hubieren adquirido en virtud del mismo. En una faja de cien kilómetros a lo largo de las fronteras y de cincuenta en las playas, por ningún motivo podrán los extranjeros adquirir el dominio directo sobre las tierras y aguas.

El Estado, de acuerdo con los intereses públicos internos y los principios de reciprocidad, podrá, a juicio de la Secretaría de Relaciones, conceder autorización a los Estados extranjeros para que adquieran, en el lugar permanente de la residencia de los Poderes Federales, la propiedad privada de los bienes inmuebles necesarios para el servicio directo de sus embajadas o legaciones.

- III. Las asociaciones religiosas que se constituyan en los términos del artículo 130 y su ley reglamentaria tendrán capacidad para adquirir, poseer o administrar, exclusivamente, los bienes que sean indispensables para su objeto, con los requisitos y limitaciones que establezca la ley reglamentaria;

- IV. Las instituciones de beneficencia, pública o privada, que tengan por objeto el auxilio de los necesitados, la investigación científica, la difusión de la enseñanza, la ayuda recíproca de los asociados, o cualquier otro objeto lícito, no podrán adquirir más bienes raíces que los indispensables para su objeto, inmediata o directamente destinados a él, con sujeción a lo que determine la ley reglamentaria;

- V. Las sociedades mercantiles por acciones podrán ser propietarias de terrenos rústicos pero únicamente en la extensión que sea necesaria para el cumplimiento de su objeto.

En ningún caso las sociedades de esta clase podrán tener en propiedad tierras dedicadas a actividades agrícolas, ganaderas o forestales en mayor extensión que la respectiva equivalente a veinticinco veces los límites señalados en la fracción XV de este artículo. La ley reglamentaria regulará la estructura de capital y el número mínimo de socios de estas sociedades, a efecto de que las tierras propiedad de la sociedad no excedan en relación con cada socio los límites de la pequeña propiedad. En este caso, toda propiedad accionaria individual, correspondiente a terceros rústicos, será

acumulable para efectos de cómputo. Asimismo, la ley señalará las condiciones para la participación extranjera en dichas sociedades.

La propia Ley establecerá los medios de registro y control necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto por esta fracción;

VI. Los bancos debidamente autorizados, conforme a las leyes de instituciones de crédito, podrán tener capitales impuestos sobre propiedades urbanas y rústicas de acuerdo con las prescripciones de dichas leyes, pero no podrán tener en propiedad o en administración más bienes raíces que los enteramente necesarios para su objeto directo;

VII. Los estados y el Distrito Federal, lo mismo que los municipios de toda la República, tendrán plena capacidad para adquirir y poseer todos los bienes raíces necesarios para los servicios públicos.

Las leyes de la Federación y de los Estados en sus respectivas jurisdicciones, determinarán los casos en que sea de utilidad pública la ocupación de la propiedad privada y de acuerdo con dichas leyes la autoridad administrativa hará la declaración correspondiente. El precio que se fijará como indemnización a la cosa expropiada, se basará en la cantidad que como valor fiscal de ella figure en las oficinas catastrales o recaudadoras, ya sea que este valor haya sido manifestado por el propietario o simplemente aceptado por él de un modo tácito por haber pagado sus contribuciones con esta base. El exceso de valor o el demérito que haya tenido la propiedad particular por las mejoras o deterioros ocurridos con posterioridad a la fecha de la asignación del valor fiscal, será lo único que deberá quedar sujeto a juicio pericial y a resolución judicial. Esto mismo se observará cuando se trate de objetos cuyo valor no esté fijado en las oficinas rentísticas.

El ejercicio de las acciones que corresponden a la Nación, por virtud de las disposiciones del presente artículo, se hará efectivo por el procedimiento judicial; pero dentro de este procedimiento y por orden de los tribunales correspondientes, que se dictará en el plazo máximo de un mes, las autoridades administrativas procederán desde luego a la ocupación, administración, remate o venta de las tierras o aguas de que se trate y todas sus accesiones, sin que en ningún caso pueda revocarse lo hecho por las mismas autoridades antes que se dicte sentencia ejecutoriada;

VIII. Se reconoce la personalidad jurídica de los núcleos de población ejidales y comunales y se protege su propiedad sobre la tierra, tanto para el asentamiento humano como para actividades productivas.

La Ley protegerá la integridad de las tierras de los grupos indígenas.

La Ley, considerando el respeto y fortalecimiento de la vida comunitaria de los ejidos y comunidades, protegerá la tierra para el asentamiento humano y regulará el aprovechamiento de tierras, bosques y aguas de uso común y la provisión de acciones de fomento necesarias para elevar el nivel de vida de sus pobladores.

La Ley, con respecto a la voluntad de los ejidatarios y comuneros para adoptar las condiciones que más les convengan en el aprovechamiento de sus recursos productivos, regulará el ejercicio de los derechos de los comuneros sobre la tierra y de cada ejidatario sobre su parcela. Asimismo establecerá los procedimientos por los cuales ejidatarios y comuneros podrán asociarse entre sí, con el Estado o con terceros y otorgar el uso de sus tierras; y, tratándose de ejidatarios, transmitir sus derechos parcelarios entre los miembros del núcleo de población; igualmente fijará los requisitos y procedimientos conforme a los cuales la asamblea ejidal otorgará al ejidatario el dominio sobre su parcela. En caso de enajenación de parcelas se respetará el derecho de preferencia que prevea la Ley.

Dentro de un mismo núcleo de población, ningún ejidatario podrá ser titular de más tierra que la equivalente al 5% del total de las tierras ejidales. En todo caso, la titularidad de tierras en favor de un solo ejidatario deberá ajustarse a los límites señalados en la fracción XV.

La asamblea general es el órgano supremo del núcleo de población ejidal o comunal, con la organización y funciones que la Ley señale. El comisario ejidal o de bienes comunales, electo democráticamente en los términos de la Ley, es el órgano de representación del núcleo y el responsable de ejecutar las resoluciones de la asamblea.

La restitución de tierras, bosques y aguas a los núcleos de población se hará en los términos de la Ley reglamentaria.

IX. Se declaran nulas:

a) Todas las enajenaciones de tierras, aguas y montes pertenecientes a los pueblos, rancherías, congregaciones o comunidades, hechas por los jefes políticos, Gobernadores de los Estados, o cualquiera otra autoridad local en contravención a lo dispuesto en la ley de 25 de junio de 1856 y demás leyes y disposiciones relativas;

b) Todas las concesiones, composiciones o ventas de tierras, aguas y montes, hechas por las Secretarías de Fomento, Hacienda o cualquiera otra autoridad federal, desde el día 1 de diciembre de 1876, hasta la fecha con las cuales se hayan invadido y ocupado ilegalmente los ejidos, terrenos de

común repartimiento o cualquiera otra clase, pertenecientes a los pueblos, rancherías, congregaciones o comunidades, y núcleos de población;

c) Todas las diligencias de apeo o deslinde, transacciones, enajenaciones o remates practicados durante el período de tiempo a que se refiere la fracción anterior, por compañías, jueces u otras autoridades de los Estados o de la Federación, con los cuales se hayan invadido u ocupado ilegalmente tierras, aguas y montes de los ejidos, terrenos de común repartimiento, o de cualquiera otra clase, pertenecientes a núcleos de población.

Quedan exceptuadas de la nulidad anterior, únicamente las tierras que hubieren sido tituladas en los repartimientos hechos con apego a la Ley de

25 de junio de 1856 y poseídas en nombre propio a título de dominio por más de diez años cuando su superficie no exceda de cincuenta hectáreas;

X. La división o reparto que se hubiere hecho con apariencia de legítima entre los vecinos de algún núcleo de población y en la que haya habido error o vicio, podrá ser nulificada cuando así lo soliciten las tres cuartas partes de los vecinos que estén en posesión de una cuarta parte de los terrenos, materia de la división, o una cuarta parte de los mismos vecinos cuando estén en posesión de las tres cuartas partes de los terrenos;

XI. Derogada.

XII. Derogada.

XIII. Derogada.

XIII. Derogada.

XIV. Derogada.

XV. En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los latifundios.

Se considera pequeña propiedad agrícola la que no exceda por individuo de cien hectáreas de riego o humedad de primera o sus equivalentes en otras clases de tierras.

Para los efectos de la equivalencia se computará una hectárea de riego por dos de temporal, por cuatro de agostadero de buena calidad y por ocho de bosque, monte o agostadero en terrenos áridos.

Se considerará, asimismo, como pequeña propiedad, la superficie que no exceda por individuo de ciento cincuenta hectáreas cuando las tierras se dediquen al cultivo del algodón, si reciben riego; y de trescientas, cuando se destinen al cultivo del plátano, caña de azúcar, café, henequén, hule, palma, vid, olivo, quina, vainilla, cacao, agave, nopal o árboles frutales.

Se considerará pequeña propiedad ganadera la que no exceda por individuo la superficie necesaria para mantener hasta quinientas cabezas de ganado mayor o su equivalente en ganado *menor*, en los términos que fije la ley, de acuerdo con la capacidad forrajera de los terrenos.

Cuando debido a obras de riego, drenaje o cualesquiera otras ejecutadas por los dueños o poseedores de una pequeña propiedad que hubiese mejorado la calidad de sus tierras, seguirá siendo considerada como pequeña propiedad, aún cuando, en virtud de la mejoría obtenida, se rebasen los máximos señalados por esta fracción, siempre que se reúnan los requisitos que fije la Ley.

Cuando dentro de una pequeña propiedad ganadera se realicen mejoras en sus tierras y éstas se destinen a usos agrícolas, la superficie utilizada para este fin no podrá exceder, según el caso, los límites a que se refieren los párrafos segundo y tercero de esta fracción que correspondan a la calidad que hubieren tenido dichas tierras antes de la mejora;

XVI. Derogada.

XVII. El Congreso de la Unión y las legislaturas de los estados, en sus respectivas jurisdicciones, expedirán leyes que establezcan los procedimientos para el fraccionamiento y enajenación de las extensiones que llegaren a exceder los límites señalados en las fracciones IV y XV de este artículo.

El excedente deberá ser fraccionado y enajenado por el propietario dentro del plazo de un año contado a partir de la notificación correspondiente. Si transcurrido el plazo el excedente no se ha enajenado, la venta deberá hacerse mediante pública almoneda. En igualdad de condiciones, se respetará el derecho de preferencia que prevea la ley reglamentaria.

Las leyes locales organizarán el patrimonio de familia, determinando los bienes que deben constituirlo, sobre la base de que será inalienable y no estará sujeto a embargo ni a gravamen ninguno;

XVIII. Se declaran revisables todos los contratos y concesiones hechos por los Gobiernos anteriores desde el año de 1876, que hayan traído por

consecuencia el acaparamiento de tierras, aguas y riquezas naturales de la Nación, por una sola persona o sociedad, y se faculta al Ejecutivo de la Unión para declararlos nulos cuando impliquen perjuicios graves para el interés público.

XIX. Con base en esta Constitución, el Estado dispondrá las medidas para la expedita y honesta impartición de la justicia agraria, con objeto de garantizar la seguridad jurídica en la tenencia de la tierra ejidal, comunal y de la pequeña propiedad, y apoyará la asesoría legal de los campesinos.

Son de jurisdicción federal todas las cuestiones que por límites de terrenos ejidales y comunales, cualquiera que sea el origen de éstos, se hallen pendientes o se susciten entre dos o más núcleos de población; así como las relacionadas con la tenencia de la tierra de los ejidos y comunidades. Para estos efectos y, en general, para la administración de justicia agraria, la

Ley instituirá tribunales dotados de autonomía y plena jurisdicción, integrados por magistrados propuestos por el Ejecutivo Federal y designados por la Cámara de Senadores o, en los recesos de ésta, por la Comisión Permanente.

La Ley establecerá un órgano para la procuración de justicia agraria, y

XX. El Estado promoverá las condiciones para el desarrollo rural integral, con el propósito de generar empleo y garantizar a la población campesina el bienestar y su participación e incorporación en el desarrollo nacional, y fomentará la actividad agropecuaria y forestal para el óptimo uso de la tierra, con obras de infraestructura, insumos, créditos, servicios de capacitación y asistencia técnica. Asimismo expedirá la legislación reglamentaria para planear y organizar la producción agropecuaria, su industrialización y comercialización, considerándoles de interés público.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)¹

TITULO PRIMERO Disposiciones Generales

CAPÍTULO I Normas Preliminares

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

I.-Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.

II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

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

IV.-La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.

V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

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

VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución.

IX.-El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y

X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

ARTICULO 2o.- Se consideran de utilidad pública:

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

II.- El establecimiento, protección y preservación de las áreas naturales protegidas y de las zonas de restauración ecológica.

III.-La formulación y ejecución de acciones de protección y preservación de la biodiversidad del territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, así como el aprovechamiento de material genético; y

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

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

I.- Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

II.- Areas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley.

III.- Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

IV.- Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

V.- Biotecnología: Toda aplicación tecnológica que utilice recursos biológicos, organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

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

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

y condición natural.

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

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

X.- Criterios ecológicos: Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.

XI.- Desarrollo Sustentable: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

XII.- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

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

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

XV.- Elemento natural: Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.

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

XVII.- Fauna silvestre: Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tomen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

XVIII.- Flora silvestre: Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

XIX.- Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

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

XXI.- Material genético: Todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo, que contenga unidades funcionales de herencia.

XXII.- Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

XXIII.- Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

XXIV.- Preservación: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitat naturales.

XXV.- Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

XXVI.- Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

XXVII.- Recursos biológicos: Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro componente biótico de los ecosistemas con valor o utilidad real o potencial para el ser humano.

XXVIII.- Recursos genéticos: El material genético de valor real o potencial.

XXIX.- Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

XXX.- Región ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

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

XXXII.- Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

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

XXXIV.- Secretaría: La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y

XXXV.- Vocación natural: Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos.

CAPÍTULO II

Distribución de Competencias y Coordinación

ARTICULO 4o.- La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

ARTICULO 5o.- Son facultades de la Federación:

I.- La formulación y conducción de la política ambiental nacional.

II.- La aplicación de los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, en los términos en ella establecidos, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal.

III.- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico en el territorio nacional o en las zonas sujetas a la soberanía y jurisdicción de la nación, originados en el territorio o zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de otros Estados, o en zonas que estén más allá de la jurisdicción de cualquier Estado.

IV.- La atención de los asuntos que, originados en el territorio nacional o las zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de la nación afecten el equilibrio ecológico del territorio o de las zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de otros Estados, o a las zonas que estén más allá de la jurisdicción de cualquier Estado.

V.- La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley.

VI.- La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias;

VII.- La participación en la prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan.

VIII.- El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia federal.

IX.- La formulación, aplicación y evaluación de los programas de ordenamiento ecológico general del territorio y de los programas de ordenamiento ecológico marino a que se refiere el artículo 19 BIS de esta Ley.

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

XI.- La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales, el suelo, las aguas nacionales, la biodiversidad, la flora, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.

XII.- La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal.

XIII.- El fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios; así como el establecimiento de las disposiciones que deberán observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos.

XIV.- La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, sustancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente.

XV.- La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente.

XVI.- La promoción de la participación de la sociedad en materia ambiental, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley;

XVII.- La integración del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales y su puesta a disposición al público en los términos de la presente Ley.

XVIII.- La emisión de recomendaciones a autoridades Federales, Estatales y Municipales, con el propósito de promover el cumplimiento de la legislación ambiental.

XIX.- La vigilancia y promoción, en el ámbito de su competencia, del cumplimiento de esta Ley y los demás ordenamientos que de ella se deriven;

XX.- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más entidades federativas, y

XXI.- Las demás que esta Ley u otras disposiciones legales atribuyan a la Federación.

ARTICULO 6o.- Las atribuciones que esta Ley otorga a la Federación, serán ejercidas por el Poder Ejecutivo Federal a través de la Secretaría, salvo las que directamente correspondan al Presidente de la República por disposición expresa de la ley.

Cuando, por razón de la materia y de conformidad con la Ley Orgánica de la administración Pública Federal u otras disposiciones legales aplicables, se requiera de la intervención de otras dependencias, la Secretaría ejercerá sus atribuciones en coordinación con las mismas.

Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que ejerzan atribuciones que les confieren otros ordenamientos cuyas disposiciones se relacionen con el objeto de la presente Ley, ajustarán su ejercicio a los criterios para preservar el equilibrio ecológico, aprovechar sustentablemente los recursos naturales y proteger el ambiente en ella incluidos, así como a las disposiciones de los reglamentos, normas oficiales mexicanas, programas de ordenamiento ecológico y demás normatividad que de la misma se derive.

ARTICULO 7o.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

I.- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental estatal;
II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia, así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realice en bienes y zonas de jurisdicción estatal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación.

III.- La prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como por fuentes móviles, que conforme a lo establecido en esta Ley no sean de competencia Federal;

IV.- La regulación de actividades que no sean consideradas altamente riesgosas para el ambiente, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 149 de la presente Ley.

V.- El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas previstas en la legislación local, con la participación de los gobiernos municipales.

VI.- La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley.

VII.- La prevención y el control de la contaminación generada por la emisión de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente,

proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como, en su caso, de fuentes móviles que conforme a lo establecido en esta Ley no sean de competencia Federal.

VIII.- La regulación del aprovechamiento sustentable y la prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal; así como de las aguas nacionales que tengan asignadas.

IX.- La formulación, expedición y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico del territorio a que se refiere el artículo 20 BIS 2 de esta Ley, con la participación de los municipios respectivos.

X.- La prevención y el control de la contaminación generada por el aprovechamiento de las sustancias no reservadas a la Federación, que constituyan depósitos de naturaleza similar a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento de obras.

XI.- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico o el ambiente de dos o más municipios.

XII.- La participación en emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan;

XIII.- La vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación, en las materias y supuestos a que se refieren las fracciones III, VI y VII de este artículo.

XIV.- La conducción de la política estatal de información y difusión en materia ambiental.

XV.- La promoción de la participación de la sociedad en materia ambiental, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley.

XVI.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la Federación, por la presente Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 35 BIS 2 de la presente Ley.

XVII.- El ejercicio de las funciones que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les transfiera la Federación, conforme a lo dispuesto en el artículo 11 de este ordenamiento.

XVIII.- La formulación, ejecución y evaluación del programa estatal de protección al ambiente.

XIX.- La emisión de recomendaciones a las autoridades competentes en materia ambiental, con el propósito de promover el cumplimiento de la legislación ambiental.

XX.- La atención coordinada con la Federación de asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más Entidades Federativas, cuando así lo consideren conveniente las Entidades Federativas respectivas, y

XXI.- La atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda esta Ley u otros ordenamientos en concordancia con ella y que no estén otorgados.

ARTICULO 8o.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

I.- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental municipal.

II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia y la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción municipal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación o a los Estados.

III.- La aplicación de la disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como de emisiones de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles que no sean consideradas de jurisdicción federal, con la participación que de acuerdo con la legislación estatal corresponda al gobierno del estado.

IV.- La aplicación de la disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley.

V.- La creación y administración de zonas de preservación ecológica de los centros de población, parques urbanos, jardines públicos y demás áreas análogas previstas por la legislación local.

VI.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, radiaciones electromagnéticas y luminica y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones que, en su caso, resulten aplicables a las fuentes móviles excepto las que conforme a esta Ley sean consideradas de jurisdicción federal.

VII.- La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas, con la participación que conforme a la legislación local en la materia corresponda a los gobiernos de los estados.

VIII.- La formulación y expedición de los programas de ordenamiento ecológico local del territorio a que se refiere el artículo 20 BIS 4 de esta Ley, en los términos en ella previstos, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de uso del suelo, establecidos en dichos programas.

IX.- La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados, centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transporte locales, siempre y cuando no se

trate de facultades otorgadas a la Federación o a los Estados en la presente Ley;

X.- La participación en la atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más municipios y que generen efectos ambientales en su circunscripción territorial.

XI.- La participación en emergencias y contingencias ambientales conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan.

XII.- La vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación, en las materias y supuestos a que se refieren las fracciones III, IV, VI y VII de este artículo.

XIII.- La formulación y conducción de la política municipal de información y difusión en materia ambiental.

XIV.- La participación en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia estatal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción territorial.

XV.- La formulación, ejecución y evaluación del programa municipal de protección al ambiente, y

XVI.- La atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda esta Ley u otros ordenamientos en concordancia con ella y que no estén otorgados expresamente a la Federación o a los Estados.

ARTICULO 9o.- Corresponden al Gobierno del Distrito Federal, en materia de preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, conforme a las disposiciones legales que expida la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, las facultades a que se refieren los artículos 7o. y 8o. de esta Ley.

ARTICULO 10.- Los Congresos de los Estados, con arreglo a sus respectivas Constituciones y la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, expedirán las disposiciones legales que sean necesarias para regular las materias de su competencia previstas en esta Ley. Los ayuntamientos, por su parte, dictarán los bandos de policía y buen gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas que correspondan, para que en sus respectivas circunscripciones, se cumplan las previsiones del presente ordenamiento.

En el ejercicio de sus atribuciones, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven.

ARTICULO 11.- La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación con el objeto de que los Estados o el Distrito Federal asuman las siguientes funciones:

I.- El manejo y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia Federal;

II.- El control de los residuos peligrosos considerados de baja peligrosidad conforme a las disposiciones del presente ordenamiento.

III.- La prevención y control de la contaminación de la atmósfera proveniente de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal.

IV.- El control de acciones para la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en la zona federal marítimo terrestre, así como en la zona federal de los cuerpos de agua considerados como nacionales.

V.- La protección, preservación y restauración de los recursos naturales a que se refiere esta Ley, y de la flora y fauna silvestre, así como el control de su aprovechamiento sustentable.

VII.- La realización de acciones operativas tendientes a cumplir con los fines previstos en este ordenamiento, y

VII. La realización de acciones para la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones de esta Ley.

Asimismo, los Estados podrán suscribir con sus Municipios convenios de coordinación, previo acuerdo con la Federación, a efecto de que éstos asuman la realización de las funciones anteriormente referidas.

ARTICULO 12.- Los convenios o acuerdos de coordinación que suscriban la Federación con el Distrito Federal y los Estados, y éstos con los Municipios, para los propósitos a que se refiere el artículo anterior, deberán ajustarse a las siguientes bases:

I.- Definirán con precisión las materias y actividades que constituyan el objeto del convenio o acuerdo.

II.- Deberá ser congruente el propósito de los convenios o acuerdos de coordinación con las disposiciones del Plan Nacional de Desarrollo y con la política ambiental nacional.

III.- Se describirán los bienes y recursos que aporten las partes esclareciendo cuál será su destino específico y su forma de administración;

IV.- Se especificará la vigencia del convenio o acuerdo, sus formas de terminación y de solución de controversias y, en su caso, de prórroga.

V.- Definirán el órgano u órganos que llevarán a cabo las acciones que resulten de los convenios o acuerdos de coordinación, incluyendo las de evaluación, y

VI.- Contendrán las demás estipulaciones que las partes consideren necesarias para el correcto cumplimiento del convenio o acuerdo.

Los convenios a que se refiere el presente artículo, deberán ser publicados en el Diario Oficial de la Federación y en el órgano oficial del gobierno local respectivo.

ARTICULO 13.- Los Estados podrán suscribir entre sí y con el Gobierno del Distrito Federal, en su caso, convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes y ejercer sus atribuciones a través de las

instancias que al efecto determinen, atendiendo a lo dispuesto en las leyes locales que resulten aplicables. Las mismas facultades podrán ejercer los municipios entre sí, aunque pertenezcan a entidades federativas diferentes, de conformidad con lo que establezcan las leyes señaladas.

ARTICULO 14.- Las dependencias y entidades de la Administración Pública se coordinarán con la Secretaría para la realización de las acciones conducentes, cuando exista peligro para el equilibrio ecológico de alguna zona o región del país, como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, o por caso fortuito o fuerza mayor.

ARTICULO 14 BIS.- Las autoridades ambientales de la Federación y de las entidades federativas integrarán un órgano que se reunirá periódicamente con el propósito de coordinar sus esfuerzos en materia ambiental, analizar e intercambiar opiniones en relación con las acciones y programas en la materia, evaluar y dar seguimiento a las mismas, así como convenir las acciones y formular las recomendaciones pertinentes, particularmente en lo que se refiere a los objetivos y principios establecidos en los artículos primero y décimo quinto de esta Ley.

CAPÍTULO III Política Ambiental

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

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

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

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

IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.

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

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

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

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

IX.- La coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública y entre los distintos niveles de gobierno y la concertación con la sociedad, son indispensables para la eficacia de las acciones ecológicas;

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

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

XII.- Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de ésta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar ese derecho.

XIII.- Garantizar el derecho de las comunidades, incluyendo a los pueblos indígenas, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la salvaguarda y uso de la biodiversidad, de acuerdo a lo que determine la presente Ley y otros ordenamientos aplicables.

XIV.- La erradicación de la pobreza es necesaria para el desarrollo sustentable.

XV.- Las mujeres cumplen una importante función en la protección, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y en el desarrollo. Su completa participación es esencial para lograr el desarrollo sustentable.

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

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

XVIII.- A través de la cuantificación del costo de la contaminación del ambiente y del agotamiento de los recursos naturales provocados por las actividades económicas en un año determinado, se calculará el Producto

Interno Neto Ecológico. El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática integrará el Producto Interno Neto Ecológico al Sistema de Cuentas Nacionales.

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

CAPÍTULO IV Instrumentos de la Política Ambiental

SECCIÓN I Planeación Ambiental

ARTICULO 17.- En la planeación nacional del desarrollo se deberá incorporar la política ambiental y el ordenamiento ecológico que se establezcan de conformidad con esta Ley y las demás disposiciones en la materia.

En la planeación y realización de las acciones a cargo de las dependencias y entidades de la administración pública federal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, así como en el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieran al Gobierno Federal para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se observarán los lineamientos de política ambiental que establezcan el Plan Nacional de Desarrollo y los programas correspondientes.

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

SECCIÓN II Ordenamiento Ecológico del Territorio

ARTICULO 19.- En la formulación del ordenamiento ecológico se deberán considerar los siguientes criterios:

I.- La naturaleza y características de los ecosistemas existentes en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción;

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

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

IV.- El equilibrio que debe existir entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales; y

V.- El impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, vías de comunicación y demás obras o actividades.

ARTICULO 19 BIS.- El ordenamiento ecológico del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, se llevará a cabo a través de los programas de ordenamiento ecológico:

I.- General del Territorio;

II.- Regionales;

III.- Locales, y

IV.- Marinos.

ARTICULO 20.- El programa de ordenamiento ecológico general del territorio será formulado por la Secretaría, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática y tendrá por objeto determinar:

I.- La regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, y

II.- Los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

ARTICULO 20 BIS.- La formulación, expedición, ejecución y evaluación del ordenamiento ecológico general del territorio se llevará a cabo de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Planeación. Asimismo, la Secretaría deberá promover la participación de grupos y organizaciones sociales y empresariales, instituciones académicas y de investigación, y demás personas interesadas, de acuerdo con lo establecido en esta Ley, así como en las demás disposiciones que resulten aplicables.

ARTICULO 20 BIS 1.- La Secretaría deberá apoyar técnicamente la formulación y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico regional y local, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley.

Las entidades federativas y los municipios podrán participar en las consultas y emitir las recomendaciones que estimen pertinentes para la formulación de los programas de ordenamiento ecológico general del territorio y de ordenamiento ecológico marino.

ARTICULO 20 BIS 2.- Los Gobiernos de los Estados y del Distrito Federal, en los términos de las leyes locales aplicables, podrán formular y expedir programas de ordenamiento ecológico regional, que abarquen la totalidad o una parte del territorio de una entidad federativa.

Cuando una región ecológica se ubique en el territorio de dos o más entidades federativas, el Gobierno Federal, el de los Estados y Municipios respectivos, y en su caso el del Distrito Federal, en el ámbito de sus competencias, podrán formular un programa de ordenamiento ecológico regional. Para tal efecto, la Federación celebrará los acuerdos o convenios de coordinación procedentes con los gobiernos locales involucrados.

ARTICULO 20 BIS 3.- Los programas de ordenamiento ecológico regional a que se refiere el artículo 20 BIS 2 deberán contener, por lo menos:

I.- La determinación del área o región a ordenar, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales y las tecnologías utilizadas por los habitantes del área;

II.- La determinación de los criterios de regulación ecológica para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que se localicen en la región de que se trate, así como para la realización de actividades productivas y la ubicación de asentamientos humanos, y

III.- Los lineamientos para su ejecución, evaluación, seguimiento y modificación.

ARTICULO 20 BIS 4.- Los programas de ordenamiento ecológico local serán expedidos por las autoridades municipales, y en su caso del Distrito Federal, de conformidad con las leyes locales en materia ambiental, y tendrán por objeto:

I.- Determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales, y de las tecnologías utilizadas por los habitantes del área de que se trate;

II.- Regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos, y

III.- Establecer los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.

ARTICULO 20 BIS 5.- Los procedimientos bajo los cuales serán formulados, aprobados, expedidos, evaluados y modificados los programas de ordenamiento ecológico local, serán determinados en las leyes estatales o del Distrito Federal en la materia, conforme a las siguientes bases:

I.- Existirá congruencia entre los programas de ordenamiento ecológico marinos, en su caso, y general del territorio y regionales, con los programas de ordenamiento ecológico local;

II.- Los programas de ordenamiento ecológico local cubrirán una extensión geográfica cuyas dimensiones permitan regular el uso del suelo, de conformidad con lo previsto en esta Ley.

III.- Las previsiones contenidas en los programas de ordenamiento ecológico local del territorio, mediante las cuales se regulen los usos del suelo, se referirán únicamente a las áreas localizadas fuera de los límites de los centros de población. Cuando en dichas áreas se pretenda la ampliación de un centro de población o la realización de proyectos de desarrollo urbano, se estará a lo que establezca el programa de ordenamiento ecológico respectivo, el cual sólo podrá modificarse mediante el procedimiento que establezca la legislación local en la materia.

IV.- Las autoridades locales harán compatibles el ordenamiento ecológico del territorio y la ordenación y regulación de los asentamientos humanos, incorporando las previsiones correspondientes en los programas de ordenamiento ecológico local, así como en los planes o programas de desarrollo urbano que resulten aplicables.

Asimismo, los programas de ordenamiento ecológico local preverán los mecanismos de coordinación, entre las distintas autoridades involucradas, en la formulación y ejecución de los programas.

V.- Cuando un programa de ordenamiento ecológico local incluya un área natural protegida, competencia de la Federación, o parte de ella, el programa será elaborado y aprobado en forma conjunta por la Secretaría y los Gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, según corresponda.

VI.- Los programas de ordenamiento ecológico local regularán los usos del suelo, incluyendo a ejidos, comunidades y pequeñas propiedades, expresando las motivaciones que lo justifiquen.

VII.- Para la elaboración de los programas de ordenamiento ecológico local, las leyes en la materia establecerán los mecanismos que garanticen la participación de los particulares, los grupos y organizaciones sociales, empresariales y demás interesados. Dichos mecanismos incluirán, por lo menos, procedimientos de difusión y consulta pública de los programas respectivos.

Las leyes locales en la materia, establecerán las formas y los procedimientos para que los particulares participen en la ejecución, vigilancia y evaluación de los programas de ordenamiento ecológico a que se refiere este precepto.

VIII.- El Gobierno Federal podrá participar en la consulta a que se refiere la

fracción anterior y emitirá las recomendaciones que estime pertinentes.

ARTICULO 20 BIS 6.- La Secretaría podrá formular, expedir y ejecutar, en coordinación con las Dependencias competentes, programas de ordenamiento ecológico marino. Estos programas tendrán por objeto el establecer los lineamientos y previsiones a que deberá sujetarse la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en áreas o superficies específicas ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes.

ARTICULO 20 BIS 7.- Los programas de ordenamiento ecológico marino deberán contener, por lo menos:

I.- La delimitación precisa del área que abarcará el programa;

II.- La determinación de las zonas ecológicas a partir de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales en ellas comprendidas, así como el tipo de actividades productivas que en las mismas se desarrollen, y

III.- Los lineamientos, estrategias y demás previsiones para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como la realización de actividades productivas y demás obras o actividades que puedan afectar los ecosistemas respectivos.

En la determinación de tales previsiones deberán considerarse los criterios establecidos en esta Ley, las disposiciones que de ella se deriven, los tratados internacionales de los que México sea parte, y demás ordenamientos que regulen la materia.

SECCIÓN III

Instrumentos Económicos

ARTICULO 21.- La Federación, los Estados y el Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, diseñarán, desarrollarán y aplicarán instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, y mediante los cuales se buscará:

I.- Promover un cambio en la conducta de las personas que realicen actividades industriales, comerciales y de servicios, de tal manera que sus intereses sean compatibles con los intereses colectivos de protección ambiental y de desarrollo sustentable.

II.- Fomentar la incorporación de información confiable y suficiente sobre las consecuencias, beneficios y costos ambientales al sistema de precios de la economía.

III.- Otorgar incentivos a quien realice acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico. Asimismo, deberán procurar que quienes dañen el ambiente, hagan un uso indebido de recursos naturales o alteren los ecosistemas, asuman los costos respectivos.

IV.- Promover una mayor equidad social en la distribución de costos y beneficios asociados a los objetivos de la política ambiental, y

V.- Procurar su utilización conjunta con otros instrumentos de política ambiental, en especial cuando se trate de observar umbrales o límites en la utilización de ecosistemas, de tal manera que se garantice su integridad y equilibrio, la salud y el bienestar de la población.

ARTICULO 22.- Se consideran instrumentos económicos los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el ambiente.

Se consideran instrumentos económicos de carácter fiscal, los estímulos fiscales que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental. En ningún caso, estos instrumentos se establecerán con fines exclusivamente recaudatorios.

Son instrumentos financieros los créditos, las fianzas, los seguros de responsabilidad civil, los fondos y los fideicomisos, cuando sus objetivos estén dirigidos a la preservación, protección, restauración o aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el ambiente, así como al financiamiento de programas, proyectos, estudios e investigación científica y tecnológica para la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente.

Son instrumentos de mercado las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos que corresponden a volúmenes preestablecidos de emisiones de contaminantes en el aire, agua o suelo, o bien, que establecen los límites de aprovechamiento de recursos naturales, o de construcción en áreas naturales protegidas o en zonas cuya preservación y protección se considere relevante desde el punto de vista ambiental.

Las prerrogativas derivadas de los instrumentos económicos de mercado serán transferibles, no gravables y quedarán sujetos al interés público y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

ARTICULO 22 BIS.- Se consideran prioritarias, para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos de la Federación, las actividades relacionadas con:

I.- La investigación, incorporación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar la contaminación o deterioro ambiental, así como el uso eficiente de recursos naturales y de energía.

III.- La investigación e incorporación de sistemas de ahorro de energía y de utilización de fuentes de energía menos contaminantes;

IV.- El ahorro y aprovechamiento sustentable y la prevención de la contaminación del agua;

V.- La ubicación y reubicación de instalaciones industriales, comerciales y de servicios en áreas ambientalmente adecuadas.

VI.- El establecimiento, manejo y vigilancia de áreas naturales protegidas, y

VII.- En general, aquéllas actividades relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

SECCIÓN IV

Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos

ARTICULO 23.- Para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos, considerará los siguientes criterios:

I.- Los planes o programas de desarrollo urbano deberán tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidas en los programas de ordenamiento ecológico del territorio.

II.- En la determinación de los usos del suelo, se buscará lograr una diversidad y eficiencia de los mismos y se evitará el desarrollo de esquemas segregados o unifuncionales, así como las tendencias a la suburbanización extensiva.

III.- En la determinación de las áreas para el crecimiento de los centros de población, se fomentará la mezcla de los usos habitacionales con los productivos que no representen riesgos o daños a la salud de la población y se evitará que se afecten áreas con alto valor ambiental.

IV.- Se deberá privilegiar el establecimiento de sistemas de transporte colectivo y otros medios de alta eficiencia energética y ambiental.

V.- Se establecerán y manejarán en forma prioritaria las áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos.

VI.- Las autoridades de la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, en la esfera de su competencia, promoverán la utilización de instrumentos económicos, fiscales y financieros de política urbana y ambiental, para inducir conductas compatibles con la protección y restauración del medio ambiente y con un desarrollo urbano sustentable.

VII.- El aprovechamiento del agua para usos urbanos deberá incorporar de manera equitativa los costos de su tratamiento, considerando la afectación a la calidad del recurso y la cantidad que se utilice.

VIII.- En la determinación de áreas para actividades altamente riesgosas, se establecerán las zonas intermedias de salvaguarda en las que no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población, y

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

la calidad de la vida.

ARTICULO 24.- Se deroga

ARTICULO 25.- Se deroga

ARTICULO 26.- Se deroga

ARTICULO 27.- Se deroga

SECCION V

Evaluación del Impacto Ambiental

ARTICULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos.

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica.

III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear.

IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos.

V.- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

VI.- Plantaciones forestales.

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

VIII.- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas.

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.

X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

XI.- Obras en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y

XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

Para los efectos a que se refiere la fracción XIII del presente artículo, la Secretaría notificará a los interesados su determinación para que sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la obra o actividad que corresponda, explicando las razones que lo justifiquen, con el propósito de que aquéllos presenten los informes, dictámenes y consideraciones que juzguen convenientes, en un plazo no mayor a diez días. Una vez recibida la documentación de los interesados, la Secretaría, en un plazo no mayor a treinta días, les comunicará si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad y el plazo para hacerlo. Transcurrido el plazo señalado, sin que la Secretaría emita la comunicación correspondiente, se entenderá que no es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental.

ARTICULO 29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.

ARTICULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.

ARTICULO 31.- La realización de las obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:

I.- Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades.

II.- Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente, o

III.- Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados en los términos de la presente sección.

En los casos anteriores, la Secretaría, una vez analizado el informe preventivo, determinará, en un plazo no mayor de veinte días, si se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades previstas en el reglamento de la presente Ley, o si se está en alguno de los supuestos señalados.

La Secretaría publicará en su Gaceta Ecológica, el listado de los informes preventivos que le sean presentados en los términos de este artículo, los cuales estarán a disposición del público.

ARTICULO 32.- En el caso de que un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico del territorio incluyan obras o actividades de las señaladas en el artículo 28 de esta Ley, las autoridades competentes de los Estados, el Distrito Federal o los Municipios, podrán presentar dichos planes o programas a la Secretaría, con el propósito de que ésta emita la autorización que en materia de impacto ambiental corresponda, respecto del conjunto de obras o actividades que se prevean realizar en un área determinada, en los términos previstos en el artículo 31 de esta Ley.

ARTICULO 33.- Tratándose de las obras y actividades a que se refieren las fracciones IV, VIII, IX y XI del artículo 28, la Secretaría notificará a los gobiernos estatales y municipales o del Distrito Federal, según corresponda, que ha recibido la manifestación de impacto ambiental respectiva, a fin de que éstos manifiesten lo que a su derecho convenga.

La autorización que expida la Secretaría, no obligará en forma alguna a las autoridades locales para expedir las autorizaciones que les corresponda en el ámbito de sus respectivas competencias.

ARTICULO 34.- Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.

Los promoventes de la obra o actividad podrán requerir que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial, y la confidencialidad de la información comercial que aporte el interesado.

La Secretaría, a solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública, conforme a las siguientes bases:

I.- La Secretaría publicará la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en su Gaceta Ecológica. Asimismo, el promovente deberá publicar a su costa, un extracto del proyecto de la obra o actividad en un periódico de amplia circulación en la entidad federativa de que se trate, dentro del plazo de cinco días contados a partir de la fecha en que se presente la manifestación de impacto ambiental a la Secretaría.

II.- Cualquier ciudadano, dentro del plazo de diez días contados a partir de la publicación del extracto del proyecto en los términos antes referidos, podrá solicitar a la Secretaría ponga a disposición del público en la entidad federativa que corresponda, la manifestación de impacto ambiental.

III.- Cuando se trate de obras o actividades que puedan generar desequilibrios ecológicos graves o daños a la salud pública o a los ecosistemas, de conformidad con lo que señale el reglamento de la presente Ley, la Secretaría, en coordinación con las autoridades locales, podrá organizar una reunión pública de información en la que el promovente explicará los aspectos técnicos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

IV.- Cualquier interesado, dentro del plazo de veinte días contados a partir de que la Secretaría ponga a disposición del público la manifestación de impacto ambiental en los términos de la fracción I, podrá proponer el establecimiento de medidas de prevención y mitigación adicionales, así como las observaciones que considere pertinentes, y

V.- La Secretaría agregará las observaciones realizadas por los interesados al expediente respectivo y consignará, en la resolución que emita, el proceso

de consulta pública realizado y los resultados de las observaciones y propuestas que por escrito se hayan formulado.

ARTICULO 35 .- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;

II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o

III.- Negar la autorización solicitada, cuando:

a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;

b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o

c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas,

La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de

las obras y actividades de que se trate.

ARTICULO 35 BIS .- La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente.

La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida.

Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley.

ARTICULO 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.

Asimismo, los informes preventivos, las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo podrán ser presentados por los interesados, instituciones de investigación, colegios o asociaciones profesionales, en este caso la responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a quien lo suscriba.

ARTICULO 35 BIS 2.- El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades no comprendidas en el artículo 28 será evaluado por las autoridades del Distrito Federal o de los Estados, con la participación de los municipios respectivos, cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio ambiente, y estén expresamente señalados en la legislación ambiental estatal. En estos casos, la evaluación de impacto ambiental se podrá efectuar dentro de los procedimientos de autorización de uso del suelo, construcciones, fraccionamientos, u otros que establezcan las leyes estatales y las disposiciones que de ella se deriven. Dichos ordenamientos proveerán lo necesario a fin de hacer compatibles la política ambiental con la de desarrollo urbano y de evitar la duplicidad innecesaria de procedimientos administrativos en la materia.

ARTICULO 35 BIS 3.- Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con autorización de inicio de obra, se deberá verificar que el responsable cuente con la autorización de impacto ambiental expedida en términos de lo dispuesto en este ordenamiento.

Asimismo, la Secretaría, a solicitud del promovente, integrará a la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este artículo.

SECCIÓN VI

Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental

ARTICULO 36.- Para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas, la Secretaría emitirá normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que tengan por objeto:

I.- Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos.

II.- Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente;

III.- Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable;

IV.- Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen, y

V.- Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

La expedición y modificación de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, se sujetará al procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

ARTICULO 37.- En la formulación de normas oficiales mexicanas en materia ambiental deberá considerarse que el cumplimiento de sus previsiones deberá realizarse de conformidad con las características de cada proceso productivo o actividad sujeta a regulación, sin que ello implique el uso obligatorio de tecnologías específicas.

Cuando las normas oficiales mexicanas en materia ambiental establezcan el uso de equipos, procesos o tecnologías específicas, los destinatarios de las mismas podrán proponer a la Secretaría para su aprobación, los equipos,

procesos o tecnologías alternativos mediante los cuales se ajustarán a las previsiones correspondientes.

Para tal efecto, los interesados acompañarán a su propuesta la justificación en que ésta se sustente para cumplir con los objetivos y finalidades establecidos en la norma oficial mexicana de que se trate.

Una vez recibida la propuesta, la Secretaría en un plazo que no excederá de treinta días emitirá la resolución respectiva. En caso de que no se emita dicha resolución en el plazo señalado, se considerará que ésta es negativa.

Cuando la resolución sea favorable, deberá publicarse en un órgano de difusión oficial y surtirá efectos en beneficio de quien lo solicite, respetando, en su caso, los derechos adquiridos en materia de propiedad industrial.

ARTICULO 37 BIS.- Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.

SECCIÓN VII

Autorregulación y Auditorías Ambientales

ARTICULO 38.- Los productores, empresas u organizaciones empresariales podrán desarrollar procesos voluntarios de autorregulación ambiental, a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, respetando la legislación y normatividad vigente en la materia y se comprometan a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental.

La Secretaría en el ámbito federal, inducirá o concertará:

I.- El desarrollo de procesos productivos adecuados y compatibles con el ambiente, así como sistemas de protección y restauración en la materia, convenidos con cámaras de industria, comercio y otras actividades productivas, organizaciones de productores, organizaciones representativas de una zona o región, instituciones de investigación científica y tecnológica y otras organizaciones interesadas.

II.- El cumplimiento de normas voluntarias o especificaciones técnicas en materia ambiental que sean más estrictas que las normas oficiales mexicanas o que se refieran a aspectos no previstas por éstas, las cuales serán establecidas de común acuerdo con particulares o con asociaciones u organizaciones que los representen. Para tal efecto, la Secretaría podrá promover el establecimiento de normas mexicanas conforme a lo previsto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

III.- El establecimiento de sistemas de certificación de procesos o productos para inducir patrones de consumo que sean compatibles o que preserven, mejoren o restauren el medio ambiente, debiendo observar, en su caso, las disposiciones aplicables de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización,

y

IV.- Las demás acciones que induzcan a las empresas a alcanzar los objetivos de la política ambiental superiores a las previstas en la normatividad ambiental establecida.

ARTICULO 38 BIS.- Los responsables del funcionamiento de una empresa podrán en forma voluntaria, a través de la auditoría ambiental, realizar el examen metodológico de sus operaciones, respecto de la contaminación y el riesgo que generan, así como el grado de cumplimiento de la normatividad ambiental y de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería aplicables, con el objeto de definir las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger el medio ambiente.

La Secretaría desarrollará un programa dirigido a fomentar la realización de auditorías ambientales, y podrá supervisar su ejecución. Para tal efecto:

I.- Elaborará los términos de referencia que establezcan la metodología para la realización de las auditorías ambientales.

II.- Establecerá un sistema de aprobación y acreditamiento de peritos y auditores. Para tal efecto, integrará un comité técnico constituido por representantes de instituciones de investigación, colegios y asociaciones profesionales y organizaciones del sector industrial; ambientales, determinando los procedimientos y requisitos que deberán cumplir los interesados para incorporarse a dicho sistema, debiendo, en su caso, observar lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

III.- Desarrollará programas de capacitación en materia de peritajes y auditorías ambientales.

IV.- Instrumentará un sistema de reconocimientos y estímulos que permita identificar a las industrias que cumplan oportunamente los compromisos adquiridos en las auditorías ambientales.

V.- Promoverá la creación de centros regionales de apoyo a la mediana y pequeña industria, con el fin de facilitar la realización de auditorías en dichos sectores, y

VI. Convendrá o concertará con personas físicas o morales, públicas o privadas, la realización de auditorías ambientales.

ARTICULO 38 BIS 1.- La Secretaría pondrá los programas preventivos y correctivos derivados de las auditorías ambientales, así como el diagnóstico básico del cual derivan, a disposición de quienes resulten o puedan resultar directamente afectados.

En todo caso, deberán observarse las disposiciones legales relativas a la confidencialidad de la información industrial y comercial.

ARTICULO 38 BIS 2.- Los Estados y el Distrito Federal podrán establecer sistemas de autorregulación y auditorías ambientales en los ámbitos de sus respectivas competencias.

SECCIÓN VIII

Investigación y Educación Ecológicas

ARTICULO 39.- Las autoridades competentes promoverán la incorporación de contenidos ecológicos en los diversos ciclos educativos, especialmente en el nivel básico, así como en la formación cultural de la niñez y la juventud. Asimismo, propiciarán el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de los medios de comunicación masiva.

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

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

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

ARTICULO 42.- Se deroga.

ARTICULO 43.- Se deroga.

TÍTULO SEGUNDO

Biodiversidad

CAPÍTULO I

Áreas Naturales Protegidas

SECCIÓN I

Disposiciones Generales

ARTICULO 44.- Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.

Los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques comprendidos dentro de áreas naturales protegidas deberán sujetarse a las modalidades que de conformidad con la presente Ley, establezcan los decretos por los que se constituyan dichas áreas, así como a las demás previsiones contenidas en el programa de manejo y en los programas de ordenamiento ecológico que correspondan.

ARTICULO 45.- El establecimiento de áreas naturales protegidas, tiene por objeto:

I.- Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas.

II.- Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.

III.- Asegurar el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y sus elemento.

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

V.- Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional.

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

VII.- Proteger los entornos naturales de zonas, monumentos y vestigios

arqueológicos, históricos y artísticos, así como zonas turísticas, y otras áreas de importancia para la recreación, la cultura e identidad nacionales y de los pueblos indígenas.

SECCIÓN II

Tipos y Características de las Áreas Naturales Protegidas

ARTICULO 46.- Se consideran áreas naturales protegidas:

I.- Reservas de la biosfera;

II.- Se deroga.

III.- Parques nacionales;

IV.- Monumentos naturales;

V.- Se deroga.

VI.- Areas de protección de recursos naturales;

VII.- Areas de protección de flora y fauna;

VIII.- Santuarios;

IX.- Parques y Reservas Estatales, y

X.- Zonas de preservación ecológica de los centros de población.

Para efectos de lo establecido en el presente Capítulo, son de competencia de la Federación las áreas naturales protegidas comprendidas en las fracciones I a VIII anteriormente señaladas.

Los Gobiernos de los Estados y del Distrito Federal, en los términos que establezca la legislación local en la materia, podrán establecer parques y reservas estatales en áreas relevantes a nivel de las entidades federativas, que reúnan las características señaladas en los artículos 48 y 50 respectivamente de esta Ley. Dichos parques y reservas no podrán establecerse en zonas previamente declaradas como áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, salvo que se trate de las señaladas en la fracción VI de este artículo.

Asimismo, corresponde a los municipios establecer las zonas de preservación ecológicas de los centros de población, conforme a lo previsto en la legislación local.

En las áreas naturales protegidas no podrá autorizarse la fundación de nuevos centros de población.

ARTICULO 47.- En el establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría promoverá la participación de sus habitantes, propietarios o poseedores, gobiernos locales, pueblos indígenas, y demás organizaciones sociales, públicas y privadas, con objeto de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

Para tal efecto, la Secretaría podrá suscribir con los interesados los convenios de concertación o acuerdos de coordinación que correspondan.

ARTICULO 48.- Las reservas de la biosfera se constituirán en áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados, en los cuales habiten especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

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

En las propias reservas deberá determinarse la superficie o superficies que protejan la zona núcleo del impacto exterior, que serán conceptuadas como zonas de amortiguamiento, en donde sólo podrán realizarse actividades productivas emprendidas por las comunidades que ahí habiten al momento de la expedición de la declaratoria respectiva o con su participación, que sean estrictamente compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable, en los términos del decreto respectivo y del programa de manejo que se formule y expida, considerando las previsiones de los programas de ordenamiento ecológico que resulten aplicables.

ARTICULO 49.- En las zonas núcleo de las áreas naturales protegidas quedará expresamente prohibido:

I.- Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante;

II.- Interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidráulicos;

III.- Realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres, y

IV.- Ejecutar acciones que contravengan lo dispuesto por esta Ley, la declaratoria respectiva y las demás disposiciones que de ellas se deriven.

ARTICULO 50.- Los parques nacionales se constituirán, tratándose de representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones análogas de interés general.

En los parques nacionales sólo podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y en general, con la preservación de los ecosistemas y de

sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológicos.

ARTICULO 51.- Para los fines señalados en el artículo anterior, así como para proteger y preservar los ecosistemas marinos y regular el aprovechamiento sustentable de la flora y fauna acuática, se establecerán parques nacionales en las zonas marinas mexicanas, que podrán incluir la zona federal marítimo terrestre contigua.

En estas áreas sólo se permitirán actividades relacionadas con la preservación de los ecosistemas acuáticos y sus elementos, las de investigación, repoblación, recreación y educación ecológica, así como los aprovechamientos de recursos naturales que procedan, de conformidad con lo que disponen esta Ley, la Ley de Pesca, la Ley Federal del Mar, las convenciones internacionales de las que México sea parte y los demás ordenamientos aplicables.

Las autorizaciones, concesiones o permisos para el aprovechamiento de los recursos naturales en estas áreas, así como el tránsito de embarcaciones en la zona o la construcción o utilización de infraestructura dentro de la misma, quedarán sujetas a lo que dispongan las declaratorias correspondientes.

Para el establecimiento, administración y vigilancia de los parques nacionales establecidos en las zonas marinas mexicanas, así como para la elaboración de su programa de manejo, se deberán coordinar, atendiendo a sus respectivas competencias, la Secretaría y la Secretaría de Marina.

ARTICULO 52.- Los monumentos naturales se establecerán en áreas que contengan uno o varios elementos naturales, consistentes en lugares u objetos naturales, que por su carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico o científico, se resuelva incorporar a un régimen de protección absoluta. Tales monumentos no tienen la variedad de ecosistemas ni la superficie necesaria para ser incluidos en otras categorías de manejo.

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

ARTICULO 53.- Las áreas de protección de recursos naturales, son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales de aptitud preferentemente forestal, siempre que dichas áreas no queden comprendidas en otra de las categorías previstas en el artículo 46 de esta Ley.

Se consideran dentro de esta categoría las reservas y zonas forestales, las zonas de protección de ríos, lagos, lagunas, manantiales y demás cuerpos considerados aguas nacionales, particularmente cuando éstos se destinen al abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones.

En las áreas de protección de recursos naturales sólo podrán realizarse actividades relacionadas con la preservación, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en ellas comprendidos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológica, de conformidad con lo que disponga el decreto que las establezca, el programa de manejo respectivo y las demás disposiciones jurídicas aplicables.

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

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

Asimismo, podrá autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales a las comunidades que ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva, o que resulte posible según los estudios que se realicen, el que deberá sujetarse a las normas oficiales mexicanas y usos del suelo que al efecto se establezcan en la propia declaratoria.

ARTICULO 55.- Los santuarios son aquellas áreas que se establecen en zonas caracterizadas por una considerable riqueza de flora o fauna, o por la presencia de especies, subespecies o hábitat de distribución restringida. Dichas áreas abarcarán cañadas, vegas, relictos, grutas, cavernas, cenotes, caletas, u otras unidades topográficas o geográficas que requieran ser preservadas o protegidas.

En los santuarios sólo se permitirán actividades de investigación, recreación y educación ambiental, compatibles con la naturaleza y características del área.

ARTICULO 56.- Las autoridades de los Estados y del Distrito Federal, podrán promover ante el Gobierno Federal, el reconocimiento de las áreas naturales protegidas que conforme a su legislación establezcan, con el propósito de compatibilizar los regímenes de protección correspondientes.

ARTICULO 56 BIS.- La Secretaría constituirá un Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas, que estará integrado por representantes de la misma, de otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como de instituciones académicas y centros de investigación, agrupaciones de productores y empresarios, organizaciones no gubernamentales y de otros organismos de carácter social o privado, así como personas físicas, con reconocido prestigio en la materia.

El Consejo fungirá como órgano de consulta y apoyo de la Secretaría en la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de la política para el establecimiento, manejo y vigilancia de las áreas naturales protegidas de su competencia.

Las opiniones y recomendaciones que formule el Consejo, deberán ser consideradas por la Secretaría en el ejercicio de las facultades que en materia de áreas naturales protegidas le corresponden conforme a éste y otros ordenamientos jurídicos aplicables.

El Consejo podrá invitar a sus sesiones a representantes de los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, cuando se traten asuntos relacionados con áreas naturales protegidas de competencia federal que se encuentren dentro de su territorio. Asimismo, podrá invitar a representantes de ejidos, comunidades, propietarios, poseedores y en general a cualquier persona cuya participación sea necesaria conforme al asunto que en cada caso se trate.

SECCIÓN III

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

ARTICULO 57.- Las áreas naturales protegidas señaladas en las fracciones I a VIII del artículo 46 de esta Ley, se establecerán mediante declaratoria que expida el Titular del Ejecutivo Federal conforme a ésta y las demás leyes aplicables.

ARTICULO 58.- Previamente a la expedición de las declaratorias para el establecimiento de las áreas naturales protegidas a que se refiere el artículo anterior, se deberán realizar los estudios que lo justifiquen, en los términos del presente capítulo, los cuales deberán ser puestos a disposición del público. Asimismo, la Secretaría deberá solicitar la opinión de:

I.- Los gobiernos locales en cuyas circunscripciones territoriales se localice el área natural de que se trate.

II.- Las dependencias de la Administración Pública Federal que deban intervenir, de conformidad con sus atribuciones.

III.- Las organizaciones sociales públicas o privadas, pueblos indígenas, y demás personas físicas o morales interesadas, y

IV.- Las universidades, centros de investigación, instituciones y organismos de los sectores público, social y privado interesados en el establecimiento, administración y vigilancia de áreas naturales protegidas.

ARTICULO 59.- Los pueblos indígenas, las organizaciones sociales, públicas o privadas, y demás personas interesadas, podrán promover ante la Secretaría el establecimiento, en terrenos de su propiedad o mediante contrato con terceros, de áreas naturales protegidas, cuando se trate de

áreas destinadas a la preservación, protección y restauración de la biodiversidad. La Secretaría, en su caso, promoverá ante el Ejecutivo Federal la expedición de la declaratoria respectiva, mediante la cual se establecerá el manejo del área por parte del promovente, con la participación de la Secretaría conforme a las atribuciones que al respecto se le otorgan en esta Ley.

Asimismo, los sujetos señalados en el párrafo anterior, podrán destinar voluntariamente los predios que les pertenezcan a acciones de preservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Para tal efecto, podrán solicitar a la Secretaría el reconocimiento respectivo. El certificado que emita dicha autoridad, deberá contener, por lo menos, el nombre del promovente, la denominación del área respectiva, su ubicación, superficie y colindancias, el régimen de manejo a que se sujetará y, en su caso, el plazo de vigencia. dichos predios se considerarán como áreas productivas dedicadas a una función de interés público.

ARTICULO 60.- Las declaratorias para el establecimiento de las áreas naturales protegidas señaladas en las fracciones I a VIII del artículo 46 de esta Ley deberán contener, por lo menos, los siguientes aspectos:

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

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

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

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

V.- Los lineamientos generales para la administración, el establecimiento de órganos colegiados representativos, la creación de fondos o fideicomisos y la elaboración del programa de manejo del área, y

VI.- Los lineamientos para la realización de las acciones de preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de las áreas naturales protegidas, para su administración y vigilancia, así como para la elaboración de las reglas administrativas a que se sujetarán las actividades dentro del área respectiva, conforme a lo dispuesto en ésta y otras leyes aplicables.

Las medidas que el Ejecutivo Federal podrá imponer para la preservación y protección de las áreas naturales protegidas, serán únicamente las que se establecen, según las materias respectivas, en la presente Ley, las Leyes Forestal, de Aguas Nacionales, de Pesca, Federal de Caza, y las demás que resulten aplicables.

La Secretaría promoverá el ordenamiento ecológico del territorio dentro y en las zonas de influencia de las áreas naturales protegidas, con el propósito de generar nuevos patrones de desarrollo regional acordes con objetivos de sustentabilidad.

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

ARTICULO 62.- Una vez establecida un área natural protegida, sólo podrá ser modificada su extensión, y en su caso, los usos del suelo permitidos o cualquiera de sus disposiciones, por la autoridad que la haya establecido, siguiendo las mismas formalidades previstas en esta Ley para la expedición de la declaratoria respectiva.

ARTICULO 63.- Las áreas naturales protegidas establecidas por el Ejecutivo Federal podrán comprender, de manera parcial o total, predios sujetos a cualquier régimen de propiedad.

El Ejecutivo Federal, a través de las dependencias competentes, realizará los programas de regularización de la tenencia de la tierra en las áreas naturales protegidas, con el objeto de dar seguridad jurídica a los propietarios y poseedores de los predios en ellas comprendidos.

La Secretaría promoverá que las autoridades Federales, Estatales, Municipales y del Distrito Federal, dentro del ámbito de su competencia, en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables y, en su caso, los programas de manejo, den prioridad a los programas de regularización de la tenencia de la tierra en las áreas naturales protegidas de competencia federal.

Los terrenos nacionales ubicados dentro de áreas naturales protegidas de competencia federal, quedarán a disposición de la Secretaría, quien los destinará a los fines establecidos en el decreto correspondiente, conforme a las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

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

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

La Secretaría, así como las Secretarías de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y de la Reforma Agraria, prestarán oportunamente a ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios la asesoría técnica necesaria para el cumplimiento de lo dispuesto en el párrafo anterior, cuando éstos no cuenten con suficientes recursos económicos para procurársela.

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

ARTICULO 64 BIS.- El Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, así como los gobiernos de las entidades federativas y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias:

I.- Promoverán las inversiones públicas y privadas para el establecimiento y manejo de las áreas naturales protegidas.

II.- Establecerán o en su caso promoverán la utilización de mecanismos para captar recursos y financiar o apoyar el manejo de las áreas naturales protegidas.

III.- Establecerán los incentivos económicos y los estímulos fiscales para las personas, y las organizaciones sociales, públicas o privadas, que participen en la administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas, así como para quienes aporten recursos para tales fines o destinen sus predios a acciones de preservación en términos del artículo 59 de esta Ley, y

IV.- Promoverán ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, que en las participaciones Federales a Estados o Municipios se considere como criterio, la superficie total que cada uno de éstos destine a la preservación de los ecosistemas y su biodiversidad, en términos de lo dispuesto en el artículo 46 de esta Ley.

ARTICULO 64 BIS 1.- La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, podrán otorgar a los propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, y demás personas interesadas, concesiones, permisos o autorizaciones para la realización de obras o actividades en las áreas naturales protegidas, de conformidad con lo que establece esta Ley, la declaratoria y el programa de manejo correspondientes.

Los núcleos agrarios, pueblos indígenas y demás propietarios o poseedores de los predios en los que se pretendan desarrollar las obras o actividades anteriormente señaladas, tendrán preferencia para obtener los permisos.

ARTICULO 65.- La Secretaría formulará, dentro del plazo de un año contado a partir de la publicación de la declaratoria respectiva en el Diario Oficial de la Federación, el programa de manejo del área natural protegida de que se trate, dando participación a los habitantes, propietarios y poseedores de los predios en ella incluidos, a las demás dependencias competentes, los gobiernos estatales, municipales y del Distrito Federal, en su caso, así como a organizaciones sociales, públicas o privadas, y demás personas interesadas.

Una vez establecida un área natural protegida de competencia federal, la Secretaría deberá designar al Director del área de que se trate, quién será responsable de coordinar la formulación, ejecución y evaluación del programa de manejo correspondiente, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

ARTICULO 66.- El programa de manejo de las áreas naturales protegidas deberá contener, por lo menos, lo siguiente:

I.- La descripción de las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área natural protegida, en el contexto nacional, regional y local, así como el análisis de la situación que guarda la tenencia de la tierra en la superficie respectiva.

II.- Las acciones a realizar a corto, mediano y largo plazo, estableciendo su vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo, así como con los programas sectoriales correspondientes. Dichas acciones comprenderán, entre otras las siguientes: de investigación y educación ambientales, de protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la flora y la fauna, para el desarrollo de actividades recreativas, turísticas, obras de infraestructura y demás actividades productivas, de financiamiento para la administración del área, de prevención y control de contingencias, de vigilancia y las demás que por las características propias del área natural protegida se requieran.

III.- La forma en que se organizará la administración del área y los mecanismos de participación de los individuos y comunidades asentadas en la misma, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesadas en su protección y aprovechamiento sustentable.

IV.- Los objetivos específicos del área natural protegida.

V.- La referencia a las normas oficiales mexicanas aplicables a todas y cada una de las actividades a que esté sujeta el área.

VI.- Los inventarios biológicos existentes y los que se prevea realizar, y

VII.- Las reglas de carácter administrativo a que se sujetarán las actividades que se desarrollen en el área natural protegida de que se trate.

La Secretaría deberá publicar en el Diario Oficial de la Federación, un resumen del programa de manejo respectivo y el plano de localización del área.

ARTICULO 67.- La Secretaría podrá, una vez que se cuente con el programa de manejo respectivo, otorgar a los gobiernos de los Estados, de los Municipios y del Distrito Federal, así como a ejidos, comunidades agrarias, pueblos indígenas, grupos y organizaciones sociales, y empresariales y demás personas físicas o morales interesadas, la administración de las áreas naturales protegidas a que se refieren las fracciones I a VIII del artículo 46 de esta Ley. Para tal efecto, se deberán suscribir los acuerdos o convenios que conforme a la legislación aplicable procedan.

Quienes en virtud de lo dispuesto en este artículo adquieran la responsabilidad de administrar las áreas naturales protegidas, estarán obligados a sujetarse a las previsiones contenidas en la presente Ley, los reglamentos, normas oficiales mexicanas que se expidan en la materia, así como a cumplir los decretos por los que se establezcan dichas áreas y los programas de manejo respectivos.

La Secretaría deberá supervisar y evaluar el cumplimiento de los acuerdos y convenios a que se refiere este precepto. Asimismo, deberá asegurarse que en las autorizaciones para la realización de actividades en áreas naturales protegidas de su competencia, se observen las previsiones anteriormente señaladas.

ARTICULO 68.- Se deroga.

ARTICULO 69.- Se deroga.

ARTICULO 70.- Se deroga.

ARTICULO 71.- Se deroga.

ARTICULO 72.- Se deroga.

ARTICULO 73.- Se deroga.

ARTICULO 74.- La Secretaría integrará el Registro Nacional de Areas Naturales Protegidas, en donde deberán inscribirse los decretos mediante los cuales se declaren las áreas naturales protegidas de interés federal, y los instrumentos que los modifiquen. Deberán consignarse en dicho Registro los datos de la inscripción de los decretos respectivos en los registros públicos de la propiedad que correspondan. Asimismo, se deberá integrar el registro de los certificados a que se refiere el artículo 59 de esta Ley.

Cualquier persona podrá consultar el Registro Nacional de Areas Naturales Protegidas, el cual deberá ser integrado al Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales.

ARTICULO 75.- Todos los actos, convenios y contratos relativos a la propiedad, posesión o cualquier derecho relacionado con bienes inmuebles ubicados en áreas naturales protegidas deberán contener referencia de la declaratoria correspondiente y de sus datos de inscripción en el Registro Público de la Propiedad.

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

ARTICULO 75 BIS.- Los ingresos que la Federación perciba por concepto del otorgamiento de permisos, autorizaciones y licencias en materia de áreas naturales protegidas, conforme lo determinen los ordenamientos aplicables, se destinarán a la realización de acciones de preservación y restauración de la biodiversidad dentro de las áreas en las que se generen dichos ingresos.

SECCIÓN IV

Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas

ARTICULO 76.- La Secretaría integrará el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, con el propósito de incluir en el mismo las áreas que por su biodiversidad y características ecológicas sean consideradas de especial relevancia en el país.

La integración de áreas naturales protegidas de competencia federal al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, por parte de la Secretaría, requerirá la previa opinión favorable del Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

ARTICULO 77.- Las Dependencias de la Administración Pública Federal, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los municipios, deberán considerar en sus programas y acciones que afecten el territorio de un área natural protegida de competencia federal, así como en el otorgamiento de permisos, concesiones y autorizaciones para obras o actividades que se desarrollen en dichas áreas, las previsiones contenidas en la presente Ley, los reglamentos, normas oficiales mexicanas que se expidan en la materia, en los decretos por los que se establezcan las áreas naturales protegidas y en los programas de manejo respectivos.

CAPÍTULO II

Zonas de Restauración

ARTICULO 78.- En aquellas áreas que presenten procesos de degradación o desertificación, o graves desequilibrios ecológicos, la Secretaría deberá formular y ejecutar programas de restauración ecológica, con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban.

En la formulación, ejecución y seguimiento de dichos programas, la Secretaría deberá promover la participación de los propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales, y demás personas interesadas.

ARTICULO 78 BIS.- En aquéllos casos en que se estén produciendo procesos acelerados de desertificación o degradación que impliquen la pérdida de recursos de muy difícil regeneración, recuperación o restablecimiento, o afectaciones irreversibles a los ecosistemas o sus elementos, la Secretaría, promoverá ante el Ejecutivo Federal la expedición de declaratorias para el establecimiento de zonas de restauración ecológica. Para tal efecto, elaborará previamente, los estudios que las justifiquen.

Las declaratorias deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación, y serán inscritas en el Registro Público de la Propiedad correspondiente.

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

I.- La delimitación de la zona sujeta a restauración ecológica, precisando superficie, ubicación y deslinde.

II.- Las acciones necesarias para regenerar, recuperar o restablecer las condiciones naturales de la zona.

III.- Las condiciones a que se sujetarán, dentro de la zona, los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, la flora y la fauna, así como la realización de cualquier tipo de obra o actividad.

IV.- Los lineamientos para la elaboración y ejecución del programa de restauración ecológica correspondiente, así como para la participación en dichas actividades de propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales y demás personas interesadas, y

V.- Los plazos para la ejecución del programa de restauración ecológica respectivo.

ARTICULO 78 BIS 1.- Todos los actos y convenios relativos a la propiedad, posesión o cualquier otro derecho relacionado con bienes inmuebles ubicados en las zonas que fueren materia de las declaratorias a que se refiere el artículo 78 BIS quedarán sujetas a la aplicación de las modalidades previstas en las propias declaratorias.

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

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

CAPÍTULO III Flora y Fauna Silvestre

ARTICULO 79.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:

I.- La preservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las

zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

II.- La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación.

III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

IV.- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies.

V.- El fomento y creación de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre.

VI.- La participación de las organizaciones sociales, públicas o privadas, y los demás interesados en la preservación de la biodiversidad.

VII.- El fomento y desarrollo de la investigación de la fauna y flora silvestre, y de los materiales genéticos, con el objeto de conocer su valor científico, ambiental, económico y estratégico para la Nación.

VIII.- El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.

IX.- El desarrollo de actividades productivas alternativas para las comunidades rurales, y

X.- El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten.

ARTICULO 80.- Los criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, a que se refiere el artículo 79 de esta Ley, serán considerados en:

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

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

III.- Las acciones de sanidad fitopecuaria.

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

V.- El establecimiento de un sistema nacional de información sobre biodiversidad y de certificación del uso sustentable de sus componentes que desarrolle la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, así como la regulación de la preservación y restauración de flora y fauna silvestre.

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

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

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

pesqueros.

ARTICULO 81.- La Secretaría establecerá las vedas de la flora y fauna silvestre, y su modificación o levantamiento, con base en los estudios que para tal efecto previamente lleve a cabo.

Las vedas tendrán como finalidad la preservación, repoblación, propagación, distribución, aclimatación o refugio de los especímenes, principalmente de aquellas especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

Los instrumentos jurídicos mediante los cuales se establezcan vedas, deberán precisar su naturaleza y temporalidad, los límites de las áreas o zonas vedadas y las especies de la flora o la fauna comprendidas en ellas, de conformidad con las disposiciones legales que resulten aplicables.

Dichos instrumentos deberán publicarse en el órgano oficial de difusión del Estado o Estados donde se ubique el área vedada, sin perjuicio de lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás ordenamientos aplicables.

ARTICULO 82.- Las disposiciones de esta Ley son aplicables a la posesión, administración, preservación, repoblación, propagación, importación, exportación y desarrollo de la flora y fauna silvestre y material genético, sin perjuicio de lo establecido en otros ordenamientos jurídicos.

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

La Secretaría deberá promover y apoyar el manejo de la flora y fauna silvestre, con base en el conocimiento biológico tradicional, información técnica, científica y económica, con el propósito de hacer un aprovechamiento sustentable de las especies.

ARTICULO 84.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre y otros recursos biológicos.

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

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

ARTICULO 87.- El aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre en actividades económicas podrá autorizarse cuando los particulares garanticen su reproducción controlada o desarrollo en cautiverio o semicautiverio o cuando la tasa de explotación sea menor a la de renovación natural de las poblaciones, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas que al efecto expida la Secretaría.

No podrá autorizarse el aprovechamiento sobre poblaciones naturales de especies amenazadas o en peligro de extinción, excepto en los casos en que se garantice su reproducción controlada y el desarrollo de poblaciones de las especies que correspondan.

La autorización para el aprovechamiento sustentable de especies endémicas se otorgará conforme a las normas oficiales mexicanas que al efecto expida la Secretaría, siempre que dicho aprovechamiento no amenace o ponga en peligro de extinción a la especie.

El aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre requiere el consentimiento expreso del propietario o legítimo poseedor del predio en que éstas se encuentren. Asimismo, la Secretaría podrá otorgar a dichos propietarios o poseedores, cuando garanticen la reproducción controlada y el desarrollo de poblaciones de fauna silvestre, los permisos cinegéticos que correspondan.

La colecta de especies de flora y fauna silvestre, así como de otros recursos biológicos con fines de investigación científica, requiere de autorización de la Secretaría y deberá sujetarse a los términos y formalidades que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que se expidan, así como en los demás ordenamientos que resulten aplicables. En todo caso, se deberá garantizar que los resultados de la investigación estén a disposición del público. Dichas autorizaciones no podrán amparar el aprovechamiento para fines de utilización en biotecnología, la cual se sujetará a lo dispuesto en el artículo 87 BIS.

El aprovechamiento de recursos forestales no maderables y de leña para usos domésticos se sujetará a las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría y demás disposiciones aplicables.

ARTICULO 87 BIS.- El aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre, así como de otros recursos biológicos con fines de utilización en la biotecnología requiere de autorización de la Secretaría.

La autorización a que se refiere este artículo sólo podrá otorgarse si se cuenta con el consentimiento previo, expreso e informado, del propietario o

legítimo poseedor del predio en el que el recurso biológico se encuentre. Asimismo, dichos propietarios o legítimos poseedores tendrán derecho a una repartición equitativa de los beneficios que se deriven o puedan derivarse de los aprovechamientos a que se refiere este artículo, con arreglo a las disposiciones jurídicas aplicables.

La Secretaría y las demás dependencias competentes, establecerán los mecanismos necesarios para intercambiar información respecto de autorizaciones o resoluciones relativas al aprovechamiento de recursos biológicos para los fines a que se refiere este precepto.

ARTICULO 87 BIS 1.- Los ingresos que la Federación perciba por concepto del otorgamiento de permisos, autorizaciones y licencias en materia de flora y fauna silvestre, conforme lo determinen los ordenamientos aplicables, se destinarán a la realización de acciones de preservación y restauración de la biodiversidad en las áreas que constituyan el hábitat de las especies de flora y fauna silvestre respecto de las cuales se otorgaron los permisos, licencias o autorizaciones correspondientes.

ARTICULO 87 BIS 2.- El Gobierno Federal, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, regularán el trato digno y respetuoso que deberá darse a los animales.

TÍTULO TERCERO

Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales

CAPÍTULO I

Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos

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

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

II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico.

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

IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.

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

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

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

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

IV.- El establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva.

V.- Las suspensiones o revocaciones de permisos, autorizaciones, concesiones o asignaciones otorgados conforme a las disposiciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales, en aquellos casos de obras o actividades que dañen los recursos hidráulicos nacionales o que afecten el equilibrio ecológico.

VI.- La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias.

VII.- Las previsiones contenidas en el programa director para el desarrollo urbano del Distrito Federal respecto de la política de reuso de aguas.

VIII.- Las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

IX.- Las concesiones para la realización de actividades de acuacultura, en términos de lo previsto en la Ley de Pesca, y

X.- La creación y administración de áreas o zonas de protección pesquera.

ARTICULO 90.- La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Salud, expedirán las normas oficiales mexicanas para el establecimiento y manejo de zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y en general, fuentes de abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones e industrias, y promoverá el establecimiento de reservas de agua para consumo humano. ®

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

ARTICULO 92.- Con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el ahorro y uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su reuso.

ARTICULO 93.- La Secretaría, realizará las acciones necesarias para evitar, y en su caso controlar procesos de eutroficación, salinización y cualquier otro proceso de contaminación en las aguas nacionales.

ARTICULO 94.- La exploración, explotación, aprovechamiento y administración de los recursos acuáticos vivos y no vivos, se sujetará a lo que establecen esta Ley, la Ley de Pesca, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones aplicables.

ARTICULO 95.- La Secretaría deberá solicitar a los interesados, en los términos señalados en esta Ley, la realización de estudios de impacto ambiental previo al otorgamiento de concesiones, permisos y en general, autorizaciones para la realización de actividades pesqueras, cuando el aprovechamiento de las especies ponga en peligro su preservación o pueda causar desequilibrio ecológico.

ARTICULO 96.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para la protección de los ecosistemas acuáticos y promoverá la concertación de acciones de preservación y restauración de los ecosistemas acuáticos con los sectores productivos y las comunidades.

ARTICULO 97.- La Secretaría establecerá viveros, criaderos y reservas de especies de flora y fauna acuáticas.

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:

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

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

III.- El establecimiento de usos, reservas y destinos, en los planes de desarrollo urbano, así como en las acciones de mejoramiento y conservación de los centros de población.

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

V.- El establecimiento de zonas y reservas forestales.

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

VII.- Las disposiciones, lineamientos técnicos y programas de protección y restauración de suelos en las actividades agropecuarias, forestales e hidráulicas.

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

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

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

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

XII.- La formulación de los programas de ordenamiento ecológico a que se refiere esta Ley.

ARTICULO 100.- Las autorizaciones para el aprovechamiento de recursos forestales implican la obligación de hacer un aprovechamiento sustentable de ese recurso. Cuando las actividades forestales deterioren gravemente el equilibrio ecológico, afecten la biodiversidad de la zona, así como la regeneración y capacidad productiva de los terrenos, la Secretaría revocará, modificará o suspenderá la autorización respectiva, en términos de lo dispuesto por esta Ley y la Ley Forestal.

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

I.- La preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas selváticos, donde existan actividades agropecuarias establecidas.

II.- El cambio progresivo de la práctica de roza, tumba y quema a otras que

no impliquen deterioro de los ecosistemas, o de aquéllas que no permitan su regeneración natural o que alteren los procesos de sucesión ecológica.

IV.- El cumplimiento, en la extracción de recursos no renovables, de los criterios establecidos en esta Ley, así como de las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.

V.- La introducción de cultivos compatibles con los ecosistemas y que favorezcan su restauración cuando hayan sufrido deterioro.

VI.- La regulación ecológica de los asentamientos humanos.

VII.- La prevención de los fenómenos de erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural, y

La regeneración, recuperación y rehabilitación de las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, a fin de restaurarlas.

ARTICULO 101 BIS.- En la realización de actividades en zonas áridas, deberán observarse los criterios que para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se establecen en esta Ley y las demás disposiciones que resulten aplicables.

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

ARTICULO 103.- Quienes realicen actividades agrícolas y pecuarias deberán llevar a cabo las prácticas de preservación, aprovechamiento sustentable y restauración necesarias para evitar la degradación del suelo y desequilibrios ecológicos y, en su caso, lograr su rehabilitación, en los términos de lo dispuesto por ésta y las demás leyes aplicables.

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

ARTICULO 105.- En los estímulos fiscales que se otorguen a las actividades forestales, deberán considerarse criterios ecológicos de manera que se promuevan el desarrollo y fomento integral de la actividad forestal, el establecimiento y ampliación de plantaciones forestales y las obras para la protección de suelos forestales, en los términos de esta Ley y de la Ley Forestal.

ARTICULO 106.- Se deroga.

ARTICULO 107.- Se deroga.

CAPÍTULO III

De la Exploración y Explotación de los Recursos no Renovables en el Equilibrio Ecológico

ARTICULO 108.- Para prevenir y controlar los efectos generados en la exploración y explotación de los recursos no renovables en el equilibrio ecológico e integridad de los ecosistemas, la Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que permitan:

I.- El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos.

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

III.- La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimiento de beneficio de los minerales.

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

TÍTULO CUARTO

Protección al Ambiente

CAPÍTULO I

Disposiciones Generales

ARTICULO 109 BIS.- La Secretaría, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley, deberá integrar un inventario de emisiones atmosféricas, descargas de aguas residuales en cuerpos receptores federales o que se infiltren al subsuelo, materiales y residuos peligrosos de su competencia, coordinar los registros que establezca la Ley y crear un sistema consolidado de información basado en las autorizaciones, licencias o permisos que en la materia deberán otorgarse.

ARTICULO 109 BIS 1.- La Secretaría deberá establecer los mecanismos y procedimientos necesarios, con el propósito de que los interesados realicen un sólo trámite, en aquellos casos en que para la operación y funcionamiento de establecimientos industriales, comerciales o de servicios se requiera obtener diversos permisos, licencias o autorizaciones que deban ser otorgados por la propia dependencia.

CAPÍTULO II

Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

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

- I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y
- II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

ARTICULO 111.- Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, la Secretaría tendrá las siguientes facultades:

- I.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan la calidad ambiental de las distintas áreas, zonas o regiones del territorio nacional, con base en los valores de concentración máxima permisible para la salud pública de contaminantes en el ambiente, determinados por la Secretaría de Salud.
- II.- Integrar y mantener actualizado el inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera de jurisdicción federal, y coordinarse con los gobiernos locales para la integración del inventario nacional y los regionales correspondientes.
- III.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de olores, gases así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles.
- IV.- Formular y aplicar programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, nacional. Dichos programas deberán prever los objetivos que se pretende alcanzar, los plazos correspondientes y los mecanismos para su instrumentación; con base en la calidad del aire que se determine para cada área, zona o región del territorio.
- V.- Promover y apoyar técnicamente a los gobiernos locales en la formulación y aplicación de programas de gestión de calidad del aire, que tengan por objeto el cumplimiento de la normatividad aplicable.
- VI.- Requerir a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción federal, el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 37 de la presente Ley, su reglamento y en las normas oficiales mexicanas respectivas.
- VII.- Expedir las normas oficiales mexicanas para el establecimiento y operación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire.
- VIII.- Expedir las normas oficiales mexicanas para la certificación por la autoridad competente, de los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes determinadas.
- IX.- Expedir, en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento

Industrial, las normas oficiales mexicanas que establezcan los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, provenientes de vehículos automotores nuevos en planta y de vehículos automotores en circulación, considerando los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente, determinados por la Secretaría de Salud.

X.- Definir niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera por fuentes, áreas, zonas o regiones, de tal manera que no se rebasen las capacidades de asimilación de las cuencas atmosféricas y se cumplan las normas oficiales mexicanas de calidad del aire.

XI.- Promover en coordinación con las autoridades competentes, de conformidad con las disposiciones que resulten aplicables, sistemas de derechos transferibles de emisión de contaminantes a la atmósfera.

XII.- Aprobar los programas de gestión de calidad del aire elaborados por los gobiernos locales para el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas respectivas.

XIII.- Promover ante los responsables de la operación de fuentes contaminantes, la aplicación de nuevas tecnologías, con el propósito de reducir sus emisiones a la atmósfera, y

XIV.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan las previsiones a que deberá sujetarse la operación de fuentes fijas que emitan contaminantes a la atmósfera, en casos de contingencias y emergencias ambientales.

ARTICULO 111 BIS.- Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría.

Para los efectos a que se refiere esta Ley, se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos.

El reglamento que al efecto se expida determinará los subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales antes señalados, cuyos establecimientos se sujetarán a las disposiciones de la legislación federal, en lo que se refiere a la emisión de contaminantes a la atmósfera.

ARTICULO 112.- En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecida en los artículos 7o., 8o. y 9o. de esta Ley, así como con la legislación local en la materia:

I.- Controlarán la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción local, así como en fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, comerciales y de servicios, siempre que no estén comprendidos en el artículo 111 BIS de esta Ley.

II.- Aplicarán los criterios generales para la protección a la atmósfera en los planes de desarrollo urbano de su competencia, definiendo las zonas en que sea permitida la instalación de industrias contaminantes.

III.- Requerirán a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción local, el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, de conformidad con lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley y en las normas oficiales mexicanas respectivas.

IV.- Integrarán y mantendrán actualizado el inventario de fuentes de contaminación.

V.- Establecerán y operarán, sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación.

VI.- Establecerán y operarán, con el apoyo técnico, en su caso, de la Secretaría, sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Los gobiernos locales remitirán a la Secretaría los reportes locales de monitoreo atmosférico, a fin de que aquélla los integre al Sistema Nacional de Información Ambiental.

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

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

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

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

XI.- Formularán y aplicarán, con base en las normas oficiales mexicanas que expida la Federación para establecer la calidad ambiental en el territorio nacional, programas de gestión de calidad del aire, y

XII.- Ejercerán las demás facultades que les confieren las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

ARTICULO 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

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

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

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

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

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

III.- Realicen investigaciones de tecnología cuya aplicación disminuya la generación de emisiones contaminantes; y

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

CAPÍTULO III

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

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

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

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

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

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

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

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

I.- La expedición de normas oficiales mexicanas para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública.

II.- La formulación de las normas oficiales mexicanas que deberá satisfacer el tratamiento del agua para el uso y consumo humano, así como para la infiltración y descarga de aguas residuales en cuerpos receptores considerados aguas nacionales.

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

IV.- El establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva en términos de la Ley de Aguas Nacionales.

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

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

VII.- La clasificación de cuerpos receptores de descarga de aguas residuales, de acuerdo a su capacidad de asimilación o dilución y la carga contaminante que éstos puedan recibir; y

ARTICULO 119.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que se requieran para prevenir y controlar la contaminación de las aguas nacionales, conforme a lo dispuesto en esta Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las demás disposiciones que resulten aplicables.

ARTICULO 119 BIS.- En materia de prevención y control de la contaminación del agua, corresponde a los gobiernos de los Estados y de los Municipios, por sí o a través de sus organismos públicos que administren el agua, así como al del Distrito Federal, de conformidad con la distribución de competencias establecida en esta Ley y conforme lo dispongan sus leyes locales en la materia:

I.- El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado.

II.- La vigilancia de las normas oficiales mexicanas correspondientes, así como requerir a quienes generen descargas a dichos sistemas y no cumplan con éstas, la instalación de sistemas de tratamiento.

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

IV.- Llevar y actualizar el registro de las descargas a los sistemas de drenaje y alcantarillado que administren, el que será integrado al registro nacional de descargas a cargo de la Secretaría.

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

I.- Las descargas de origen industrial;

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

III.- Las descargas derivadas de actividades agropecuarias.

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

V.- La aplicación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

VI.- Las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos; y

VII.- El vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, en cuerpos y corrientes de agua.

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

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

I.- Contaminación de los cuerpos receptores.

II.- Interferencias en los procesos de depuración de las aguas; y

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

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

ARTICULO 124.- Cuando las aguas residuales afecten o puedan afectar fuentes de abastecimiento de agua, la Secretaría lo comunicará a la Secretaría de Salud y negará el permiso o autorización correspondiente, o revocará, y en su caso, ordenará la suspensión del suministro.

ARTICULO 125.- Se deroga.

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

ARTICULO 127.- La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Salud, emitirán opinión, con base en los estudios de la cuenca y sistemas correspondientes, para la programación y construcción de obras e instalaciones de purificación de aguas residuales de procedencia industrial.

ARTICULO 128.- Las aguas residuales provenientes de los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano, podrán utilizarse en la industria y en la agricultura, si se someten en los casos que se requiera, al tratamiento que cumpla con las normas oficiales mexicanas emitidas por la Secretaría, y en su caso, por la Secretaría de Salud.

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

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

ARTICULO 130.- La Secretaría autorizará el vertido de aguas residuales en aguas marinas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que al respecto expida. Cuando el origen de las descargas provenga de fuentes móviles o de

plataformas fijas en el mar territorial y la zona económica exclusiva, la Secretaría se coordinará con la Secretaría de Marina para la expedición de las autorizaciones correspondientes.

ARTICULO 131.- Para la protección del medio marino, la Secretaría emitirá las normas oficiales mexicanas para la explotación, preservación y administración de los recursos naturales, vivos y abióticos, del lecho y el subsuelo del mar y de las aguas suprayacentes, así como las que deberán observarse para la realización de actividades de exploración y explotación en la zona económica exclusiva.

ARTICULO 132.- La Secretaría se coordinará con las Secretarías de Marina, de Energía, de Salud y de Comunicaciones y Transportes, a efecto de que dentro de sus respectivas atribuciones intervengan en la prevención y control de la contaminación del medio marino, así como en la preservación y restauración del equilibrio de sus ecosistemas, con arreglo a lo establecido en la presente Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley Federal del Mar, las convenciones internacionales de las que México forma parte y las demás disposiciones aplicables.

ARTICULO 133.- La Secretaría, con la participación que en su caso corresponda a la Secretaría de Salud conforme a otros ordenamientos legales, realizará un sistemático y permanente monitoreo de la calidad de las aguas, para detectar la presencia de contaminantes o exceso de desechos orgánicos y aplicar las medidas que procedan. En los casos de aguas de jurisdicción local se coordinará con las autoridades de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

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.

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.

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

ARTICULO 143.- Los plaguicidas, fertilizantes y demás materiales peligrosos, quedarán sujetos a las normas oficiales mexicanas que expidan en el ámbito de sus respectivas competencias, la Secretaría y las Secretarías de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, de Salud y de Comercio y Fomento Industrial. El Reglamento de esta Ley establecerá la regulación, que dentro del mismo marco de coordinación deba observarse en actividades relacionadas con dichos materiales, incluyendo la disposición final de sus residuos, empaques y envases vacíos, medidas para evitar efectos adversos en los ecosistemas y los procedimientos para el otorgamiento de las autorizaciones correspondientes.

ARTICULO 144.- Atendiendo a lo dispuesto por la presente Ley, la Ley Federal de Sanidad Vegetal y las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, la Secretaría coordinadamente con las Secretarías de Salud, de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y de Comercio y Fomento Industrial, participará en la determinación de restricciones arancelarias y no arancelarias relativas a la importación y

exportación de materiales peligrosos.

No podrán otorgarse autorizaciones para la importación de plaguicidas, fertilizantes y demás materiales peligrosos, cuando su uso no esté permitido en el país en el que se hayan elaborado o fabricado.

CAPÍTULO V

Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas

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

I.- Las condiciones topográficas, meteorológicas, climatológicas, geológicas y sísmicas de las zonas;

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

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

IV.- La compatibilidad con otras actividades de las zonas.

V.- La infraestructura existente y necesaria para la atención de emergencias ecológicas; y

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

ARTICULO 146.- La Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Gobernación y del Trabajo y Previsión Social, conforme al Reglamento que para tal efecto se expida, establecerá la clasificación de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.

ARTICULO 147.- La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha

dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

ARTICULO 148.- Cuando para garantizar la seguridad de los vecinos de una industria que lleve a cabo actividades altamente riesgosas, sea necesario establecer una zona intermedia de salvaguarda, el Gobierno Federal podrá, mediante declaratoria, establecer restricciones a los usos urbanos que pudieran ocasionar riesgos para la población. La Secretaría promoverá, ante las autoridades locales competentes, que los planes o programas de desarrollo urbano establezcan que en dichas zonas no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población.

ARTICULO 149.- Los Estados y el Distrito Federal regularán la realización de actividades que no sean consideradas altamente riesgosas, cuando éstas afecten el equilibrio de los ecosistemas o el ambiente dentro de la circunscripción territorial correspondiente, de conformidad con las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables.

La legislación local definirá las bases a fin de que la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, coordinen sus acciones respecto de las actividades a que se refiere este precepto.

CAPÍTULO VI

Materiales y Residuos Peligrosos

ARTICULO 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que clasifiquen los materiales y residuos peligrosos identificándolos por su grado de peligrosidad y considerando sus características y volúmenes. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.

Asimismo, la Secretaría en coordinación con las dependencias a que se refiere el presente artículo, expedirá las normas oficiales mexicanas en las que se establecerán los requisitos para el etiquetado y envasado de materiales y residuos peligrosos, así como para la evaluación de riesgo e información sobre contingencias y accidentes que pudieran generarse por su

manejo, particularmente tratándose de sustancias químicas.

ARTICULO 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Quienes generen, reusen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.

En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, sólo se incluirán los residuos que no puedan ser técnica y económicamente sujetos de reuso, reciclamiento o destrucción térmica o físico química, y no se permitirá el confinamiento de residuos peligrosos en estado líquido.

ARTICULO 151 BIS.- Requiere autorización previa de la Secretaría:

I.- La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos;

II.- La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y

III.- La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reuso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos.

ARTICULO 152.- La Secretaría promoverá programas tendientes a prevenir y reducir la generación de residuos peligrosos, así como a estimular su reuso y reciclaje.

En aquellos casos en que los residuos peligrosos puedan ser utilizados en un proceso distinto al que los generó, el Reglamento de la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que se expidan, deberán establecer los mecanismos y procedimientos que hagan posible su manejo eficiente desde el punto de vista ambiental y económico. Los residuos peligrosos que sean usados, tratados o reciclados en un proceso distinto al que los generó, dentro del mismo predio, serán sujetos a un control interno por parte de la empresa responsable, de acuerdo con las formalidades que establezca el Reglamento de la presente Ley. En el caso de que los residuos señalados en el párrafo anterior, sean transportados a un predio distinto a aquél en el que se generaron, se estará a lo dispuesto en la normatividad aplicable al transporte terrestre de residuos peligrosos.

ARTICULO 152 BIS.- Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

ARTICULO 153.- La importación o exportación de materiales o residuos peligrosos se sujetará a las restricciones que establezca el Ejecutivo Federal, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Comercio Exterior. En todo caso deberán observarse las siguientes disposiciones:

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

II.- Únicamente podrá autorizarse la importación de materiales o residuos peligrosos para su tratamiento, reciclaje o reuso, cuando su utilización sea conforme a las leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones vigentes.

III.- No podrá autorizarse la importación de materiales o residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final o simple depósito, almacenamiento o confinamiento en el territorio nacional o en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, o cuando su uso o fabricación no esté permitido en el país en que se hubiere elaborado.

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

V.- El otorgamiento de autorizaciones para la exportación de materiales o residuos peligrosos quedará sujeto a que exista consentimiento expreso del país receptor.

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

VII.- El otorgamiento de autorizaciones por parte de la Secretaría para la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos quedará sujeto a que se garantice debidamente el cumplimiento de lo que establezca la presente Ley y las demás disposiciones aplicables así como la reparación

de los daños y perjuicios que pudieran causarse tanto en el territorio nacional como en el extranjero.

Asimismo, la exportación de residuos peligrosos deberá negarse cuando se contemple su reimportación al territorio nacional; no exista consentimiento expreso del país receptor; el país de destino exija reciprocidad; o implique un incumplimiento de los compromisos asumidos por México en los Tratados y Convenciones Internacionales en la materia, y

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

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

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

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

d) Cuando se determine que la autorización fue transferida a una persona distinta a la que solicitó la autorización, o cuando la solicitud correspondiente contenga datos falsos, o presentados de manera que se oculte información necesaria para la correcta apreciación de la solicitud.

CAPÍTULO VII

Energía Nuclear

ARTICULO 154.- La Secretaría de Energía y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con la participación que, en su caso, corresponda a la Secretaría de Salud, cuidarán que la exploración, explotación y beneficio de minerales radioactivos, el aprovechamiento de los combustibles nucleares, los usos de la energía nuclear y en general, las actividades relacionadas con la misma, se lleven a cabo con apego a las normas oficiales mexicanas sobre seguridad nuclear, radiológica y física de las instalaciones nucleares o radioactivas, de manera que se eviten riesgos a la salud humana y se asegure la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, correspondiendo a la Secretaría realizar la evaluación de impacto ambiental.

CAPÍTULO VIII

Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual

ARTICULO 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

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

ARTICULO 156.- Las normas oficiales mexicanas en materias objeto del presente Capítulo, establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, y fijarán los límites de emisión respectivos.

La Secretaría de Salud realizará los análisis, estudios, investigaciones y vigilancia necesarias con el objeto de localizar el origen o procedencia, naturaleza, grado, magnitud y frecuencia de las emisiones para determinar cuándo se producen daños a la salud. La Secretaría, en coordinación con organismos públicos o privados, nacionales o internacionales, integrará la información relacionada con este tipo de contaminación, así como de métodos y tecnología de control y tratamiento de la misma.

TÍTULO QUINTO

Participación Social e Información Ambiental

CAPÍTULO I

Participación Social

ARTICULO 157.- El Gobierno Federal deberá promover la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución, evaluación y vigilancia de la política ambiental y de recursos naturales.

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

1. Convocará en el ámbito del Sistema de Planeación Democrática, a las organizaciones obreras, empresariales, de campesinos y productores agropecuarios, pesqueros y forestales, comunidades agrarias, pueblos indígenas, instituciones educativas, organizaciones sociales y privadas no lucrativas y demás personas interesadas para que manifiesten su opinión

y propuestas.

- II. Celebrará convenios de concertación con organizaciones obreras y grupos sociales para la protección del ambiente en los lugares de trabajo y unidades habitacionales; con pueblos indígenas, comunidades agrarias y demás organizaciones campesinas para el establecimiento, administración y manejo de áreas naturales protegidas, y para brindarles asesoría ecológica en las actividades relacionadas con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; con organizaciones empresariales, en los casos previstos en esta Ley para la protección del ambiente; con instituciones educativas y académicas, para la realización de estudios e investigaciones en la materia; con organizaciones civiles e instituciones privadas no lucrativas, para emprender acciones ecológicas conjuntas; así como con representaciones sociales y con particulares interesados en la preservación y restauración del equilibrio ecológico para la protección del ambiente.
- III. Celebrará convenios con los medios de comunicación masiva para la difusión, información y promoción de acciones de preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.
- IV. Promover el establecimiento de reconocimientos a los esfuerzos destacados de la sociedad para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.
- V. Impulsará el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de la realización de actividades conjuntas con la comunidad para la preservación y mejoramiento del ambiente, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el correcto manejo de desechos. Para ello, la Secretaría podrá, en forma coordinada con los Estados y Municipios correspondientes, celebrar convenios de concertación con comunidades urbanas y rurales, así como con diversas organizaciones sociales, y
- VI. Concertar acciones e inversiones con los sectores social y privado y con instituciones académicas, grupos y organizaciones sociales, pueblos indígenas y demás personas físicas y morales interesadas, para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

ARTICULO 159.- La Secretaría integrará órganos de consulta en los que participen entidades y dependencias de la administración pública, instituciones académicas y organizaciones sociales y empresariales. Dichos órganos tendrán funciones de asesoría, evaluación y seguimiento en materia de política ambiental y podrán emitir las opiniones y observaciones que estimen pertinentes. Su organización y funcionamiento se sujetará a los acuerdos que para el efecto expida la Secretaría.

Cuando la Secretaría deba resolver un asunto sobre el cual los órganos a que se refiere el párrafo anterior hubiesen emitido una opinión, la misma deberá expresar las causas de aceptación o rechazo de dicha opinión.

CAPÍTULO II

Derecho a la Información Ambiental

ARTICULO 159 BIS.- La Secretaría desarrollará un Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales que tendrá por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información ambiental nacional, que estará disponible para su consulta y que se coordinará y complementará con el Sistema de Cuentas Nacionales a cargo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

En dicho Sistema, la Secretaría deberá integrar, entre otros aspectos, información relativa a los inventarios de recursos naturales existentes en el territorio nacional, a los mecanismos y resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del aire, del agua y del suelo, al ordenamiento ecológico del territorio, así como la información señalada en el artículo 109 BIS y la correspondiente a los registros, programas y acciones que se realicen para la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

La Secretaría reunirá informes y documentos relevantes que resulten de las actividades científicas, académicas, trabajos técnicos o de cualquier otra índole en materia ambiental y de preservación de recursos naturales, realizados en el país por personas físicas o morales, nacionales o extranjeras, los que serán remitidos al Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales.

ARTICULO 159 BIS 1.- La Secretaría deberá elaborar y publicar bianualmente un informe detallado de la situación general existente en el país en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente.

ARTICULO 159 BIS 2.- La Secretaría editará una Gaceta en la que se publicarán las disposiciones jurídicas, normas oficiales mexicanas, decretos, reglamentos, acuerdos y demás actos administrativos, así como información de interés general en materia ambiental, que se publiquen por el Gobierno Federal o los gobiernos locales, o documentos internacionales en materia ambiental de interés para México, independientemente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación o en otros órganos de difusión. Igualmente en dicha Gaceta se publicará información oficial relacionada con las áreas naturales protegidas y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

ARTICULO 159 BIS 3.- Toda persona tendrá derecho a que la Secretaría, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios pongan a su disposición la información ambiental que les soliciten, en los términos previstos por esta Ley. En su caso, los gastos que se generen, correrán por cuenta del solicitante.

I.- Convocará, en el ámbito del Sistema Nacional de Planeación Democrática, a las organizaciones obreras, empresariales, de campesinos y

productores agropecuarios, pesqueros y forestales, comunidades agrarias, pueblos indígenas, instituciones educativas, organizaciones sociales y privadas no lucrativas y demás personas interesadas para que manifiesten su opinión y propuestas.

II.- Celebrará convenios de concertación con organizaciones obreras y grupos sociales para la protección del ambiente en los lugares de trabajo y unidades habitacionales; con pueblos indígenas, comunidades agrarias y demás organizaciones campesinas para el establecimiento, administración y manejo de áreas naturales protegidas, y para brindarles asesoría ecológica en las actividades relacionadas con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; con organizaciones empresariales, en los casos previstos en esta Ley para la protección del ambiente; con instituciones educativas y académicas, para la realización de estudios e investigaciones en la materia; con organizaciones civiles e instituciones privadas no lucrativas, para emprender acciones ecológicas conjuntas; así como con representaciones sociales y con particulares interesados en la preservación y restauración del equilibrio ecológico para la protección al ambiente;

III.- Celebrará convenios con los medios de comunicación masiva para la difusión, información y promoción de acciones de preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

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

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

VI.- Concertará acciones e inversiones con los sectores social y privado y con instituciones académicas, grupos y organizaciones sociales, pueblos indígenas y demás personas físicas y morales interesadas, para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Para los efectos de lo dispuesto en el presente ordenamiento, se considera información ambiental, cualquier información escrita, visual o en forma de base de datos, de que dispongan las autoridades ambientales en materia de agua, aire, suelo, flora, fauna y recursos naturales en general, así como sobre las actividades o medidas que les afectan o puedan afectarlos.

Toda petición de información ambiental deberá presentarse por escrito, especificando claramente la información que se solicita y los motivos de la petición. Los solicitantes deberán identificarse indicando su nombre o razón social y domicilio.

ARTICULO 159 BIS 4.- Las autoridades a que se refiere el artículo anterior, denegarán la entrega de información cuando:

I.- Se considere por disposición legal que la información es confidencial o que por su propia naturaleza su difusión afecta la seguridad nacional.

II.- Se trate de información relativa a asuntos que son materia de procedimientos judiciales o de inspección y vigilancia, pendientes de resolución.

III.- Se trate de información aportada por terceros cuando los mismos no estén obligados por disposición legal a proporcionarla, o

IV.- Se trate de información sobre inventarios e insumos y tecnologías de proceso, incluyendo la descripción del mismo.

ARTICULO 159 BIS 5.- La autoridad ambiental deberá responder por escrito a los solicitantes de información ambiental en un plazo no mayor a veinte días a partir de la recepción de la petición respectiva. En caso de que la autoridad conteste negativamente la solicitud, deberá señalar las razones que motivaron su determinación.

Si transcurrido el plazo establecido en el párrafo anterior la autoridad ambiental no emite su respuesta por escrito, la petición se entenderá resuelta en sentido negativo para el promovente.

La autoridad ambiental, dentro de los diez días siguientes a la solicitud de información, deberá notificar al generador o propietario de la misma de la recepción de la solicitud.

Los afectados por actos de la Secretaría regulados en este Capítulo, podrán ser impugnados mediante la interposición del recurso de revisión, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

ARTICULO 159 BIS 6.- Quien reciba información ambiental de las autoridades competentes, en los términos del presente Capítulo, será responsable de su adecuada utilización y deberá responder por los daños y perjuicios que se ocasionen por su indebido manejo.

TITULO SEXTO

Medidas De Control y Seguridad y Sanciones

CAPÍTULO I

Disposiciones Generales

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

En las materias anteriormente señaladas, se aplicarán supletoriamente las disposiciones de las Leyes Federales de Procedimiento Administrativo y sobre Metrología y Normalización. Tratándose de materias referidas en esta Ley que se encuentran reguladas por leyes especiales, el presente ordenamiento será de aplicación supletoria por lo que se refiere a los procedimientos de inspección y vigilancia.

CAPITULO II **Inspección y Vigilancia**

ARTICULO 161.- La Secretaría realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento, así como de las que del mismo se deriven.

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

Dicho personal, al realizar las visitas de inspección, deberá contar con el documento oficial que los acredite o autorice a practicar la inspección o verificación, así como la orden escrita debidamente fundada y motivada, expedida por autoridad competente en la que se precisará el lugar o zona que habrá de inspeccionarse, el objeto de la diligencia y el alcance de ésta.

ARTICULO 163.- El personal autorizado, al iniciar la inspección se identificará debidamente con la persona con quien se entienda la diligencia, exhibirá la orden respectiva y le entregará copia de la misma con firma autógrafa, requiriéndola para que en el acto designe dos testigos.

En caso de negativa o de que los designados no acepten fungir como testigos, el personal autorizado podrá designarlos, haciendo constar esta situación en el acta administrativa que al efecto se levante, sin que esta circunstancia invalide los efectos de la inspección.

ARTICULO 164.- En toda visita de inspección se levantará acta, en la que se harán constar en forma circunstanciada los hechos u omisiones que se hubiesen presentado durante la diligencia, así como lo previsto en el artículo 67 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Concluida la inspección, se dará oportunidad a la persona con la que se entendió la diligencia para que en el mismo acto formule observaciones en relación con los hechos u omisiones asentados en el acta respectiva, y para que ofrezca las pruebas que considere convenientes o haga uso de ese derecho en el término de cinco días siguientes a la fecha en que la diligencia se hubiere practicado.

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

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

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

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

ARTICULO 167.- Recibida el acta de inspección por la autoridad ordenadora, requerirá al interesado, mediante notificación personal o por correo certificado con acuse de recibo, para que adopte de inmediato las medidas correctivas o de urgente aplicación necesarias para cumplir con las disposiciones jurídicas aplicables, así como con los permisos, licencias, autorizaciones o concesiones respectivas, fundando y motivando el requerimiento, señalando el plazo que corresponda, y para que dentro del término de quince días exponga lo que a su derecho convenga y, en su caso, aporte las pruebas que considere procedentes, en relación con la actuación de la Secretaría.

Admitidas y desahogadas las pruebas ofrecidas por el interesado, o habiendo transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior, sin que haya hecho uso de ese derecho, se pondrán a su disposición las actuaciones, para que en un plazo tres días hábiles, presente por escrito sus alegatos.

ARTICULO 168.- Una vez recibidos los alegatos o transcurrido el término para presentarlos, la Secretaría procederá, dentro de los veinte días siguientes, a dictar por escrito la resolución respectiva, misma que se notificará al interesado, personalmente o por correo certificado con acuse de recibo.

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

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

Cuando se trate de segunda o posterior inspección para verificar el cumplimiento de un requerimiento o requerimientos anteriores, y del acta correspondiente se desprenda que no se ha dado cumplimiento a las medidas previamente ordenadas, la autoridad competente podrá imponer además de la sanción o sanciones que procedan conforme al artículo 171 de esta Ley, una multa adicional que no exceda de los límites máximos señalados en dicho precepto.

En los casos en que el infractor realice las medidas correctivas o de urgente aplicación o subsane las irregularidades detectadas, en los plazos ordenados por la Secretaría, siempre y cuando el infractor no sea reincidente, y no se trate de alguno de los supuestos previstos en el artículo 170 de esta Ley, ésta podrá revocar o modificar la sanción o sanciones impuestas.

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

CAPITULO III

Medidas de Seguridad

ARTICULO 170.- Cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico, o de daño o deterioro grave a los recursos naturales, casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes o para la salud pública, la Secretaría, fundada y motivadamente, podrá ordenar alguna o algunas de las siguientes medidas de seguridad:

I.- La clausura temporal, parcial o total de las fuentes contaminantes, así como de las instalaciones en que se manejen o almacenen especímenes, productos o subproductos de especies de flora o de fauna silvestre, recursos forestales, o se desarrollen las actividades que den lugar a los supuestos a que se refiere el primer párrafo de este artículo.

II.- El aseguramiento precautorio de materiales y residuos peligrosos, así como de especímenes, productos o subproductos de especies de flora o de fauna silvestre o su material genético, recursos forestales, además de los bienes, vehículos, utensilios e instrumentos directamente relacionados con la

conducta que da lugar a la imposición de la medida de seguridad, ó
 III.- La neutralización o cualquier acción análoga que impida que materiales o residuos peligrosos generen los efectos previstos en el primer párrafo de este artículo.

Asimismo, la Secretaría podrá promover ante la autoridad competente, la ejecución de alguna o algunas de las medidas de seguridad que se establezcan en otros ordenamientos.

ARTICULO 170 BIS.- Cuando la Secretaría ordene alguna de las medidas de seguridad previstas en esta Ley, indicará al interesado, cuando proceda, las acciones que debe llevar a cabo para subsanar las irregularidades que motivaron la imposición de dichas medidas, así como los plazos para su realización, a fin de que una vez cumplidas éstas, se ordene el retiro de la medida de seguridad impuesta.

CAPITULO IV Sanciones Administrativas

ARTICULO 171.- Las violaciones a los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las disposiciones que de ella emanen serán sancionadas administrativamente por la Secretaría, con una o más de las siguientes sanciones:

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

II.- Clausura temporal o definitiva, total o parcial, cuando:

a) El infractor no hubiere cumplido en los plazos y condiciones impuestos por la autoridad, con las medidas correctivas o de urgente aplicación ordenadas;

b) En casos de reincidencia cuando las infracciones generen efectos negativos al ambiente, o

c) Se trate de desobediencia reiterada, en tres o más ocasiones, al cumplimiento de alguna o algunas medidas correctivas o de urgente aplicación impuestas por la autoridad.

III.- Arresto administrativo hasta por treinta y seis horas.

IV.- El decomiso de los instrumentos, ejemplares, productos o subproductos directamente relacionados con infracciones relativas a recursos forestales, especies de flora y fauna silvestre o recursos genéticos, conforme a lo previsto en la presente Ley, y

V.- La suspensión o revocación de las concesiones, licencias, permisos o autorizaciones correspondientes.

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

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

Se considera reincidente al infractor que incurra más de una vez en conductas que impliquen infracciones a un mismo precepto, en un periodo de dos años, contados a partir de la fecha en que se levante el acta en que se hizo constar la primera infracción, siempre que ésta no hubiese sido desvirtuada.

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

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

I.- La gravedad de la infracción, considerando principalmente los siguientes criterios: impacto en la salud pública; generación de desequilibrios ecológicos; la afectación de recursos naturales o de la biodiversidad; y, en su caso, los niveles en que se hubieran rebasado los límites establecidos en la norma oficial mexicana aplicable.

II.- Las condiciones económicas del infractor.

III.- La reincidencia, si la hubiere.

IV.- El carácter intencional o negligente de la acción u omisión constitutiva de la infracción, y

V.- El beneficio directamente obtenido por el infractor por los actos que motiven la sanción.

En el caso en que el infractor realice las medidas correctivas o de urgente aplicación o subsane las irregularidades en que hubiere incurrido, previamente a que la Secretaría imponga una sanción, dicha autoridad deberá considerar tal situación como atenuante de la infracción cometida.

La autoridad correspondiente podrá otorgar al infractor, la opción para pagar la multa o realizar inversiones equivalentes en la adquisición e instalación de equipo para evitar contaminación o en la protección, preservación o restauración del ambiente y los recursos naturales, siempre y cuando se garanticen las obligaciones del infractor, no se trate de alguno de los supuestos previstos en el artículo 170 de esta Ley y la autoridad justifique plenamente su decisión.

ARTICULO 174.- Cuando proceda como sanción el decomiso o la clausura temporal o definitiva, total o parcial, el personal comisionado para ejecutarla procederá a levantar acta detallada de la diligencia, observando las disposiciones aplicables a la realización de inspecciones. En los casos en

que se imponga como sanción la clausura temporal, la Secretaría deberá indicar al infractor las medidas correctivas y acciones que debe llevar a cabo para subsanar las irregularidades que motivaron dicha sanción, así como los plazos para su realización.

ARTICULO 174 BIS.- La Secretaría dará a los bienes decomisados alguno de los siguientes destinos:

I.- Venta directa en aquellos casos en que el valor de lo decomisado no exceda de 5,000 veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal al momento de imponer la sanción.

II.- Remate en subasta pública cuando el valor de lo decomisado exceda de 5,000 veces el salario diario mínimo general vigente en el Distrito Federal al momento de imponer la sanción.

III.- Donación a organismos públicos e instituciones científicas o de enseñanza superior o de beneficencia pública, según la naturaleza del bien decomisado y de acuerdo a las funciones y actividades que realice el donatario, siempre y cuando no sean lucrativas. Tratándose de especies y subespecies de flora y fauna silvestre, éstas podrán ser donadas a zoológicos públicos siempre que se garantice la existencia de condiciones adecuadas para su desarrollo, o

IV.- Destrucción cuando se trate de productos o subproductos, de flora y fauna silvestre, de productos forestales plagados o que tengan alguna enfermedad que impida su aprovechamiento, así como artes de pesca y caza prohibidos por las disposiciones jurídicas aplicables.

ARTICULO 174 BIS 1.- Para efectos de lo previsto en las fracciones I y II del artículo anterior, únicamente serán procedentes dichos supuestos, cuando los bienes decomisados sean susceptibles de apropiación conforme a las disposiciones jurídicas aplicables.

En la determinación del valor de los bienes sujetos a remate o venta, la Secretaría considerará el precio que respecto de dichos bienes corra en el mercado, al momento de realizarse la operación.

En ningún caso, los responsables de la infracción que hubiera dado lugar al decomiso podrán participar ni beneficiarse de los actos señalados en el artículo 174 BIS de esta Ley, mediante los cuales se lleve a cabo la enajenación de los bienes decomisados.

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

ARTICULO 175 BIS.- Los ingresos que se obtengan de las multas por infracciones a lo dispuesto en esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones que de ella se deriven, así como los que se obtengan del remate en subasta pública o la venta directa de los bienes decomisados, se destinarán a la integración de fondos para desarrollar programas vinculados con la inspección y la vigilancia en las materias a que se refiere esta Ley.

CAPÍTULO V

Recurso de Revisión

ARTICULO 176.- Las resoluciones definitivas dictadas en los procedimientos administrativos con motivo de la aplicación de esta Ley, sus reglamentos y disposiciones que de ella emanen, podrán ser impugnadas por los afectados, mediante el recurso de revisión, dentro de los quince días hábiles siguientes a la fecha de su notificación, o ante las instancias jurisdiccionales competentes.

El recurso de revisión se interpondrá directamente ante la autoridad que emitió la resolución impugnada, quien en su caso, acordará su admisión, y el otorgamiento o denegación de la suspensión del acto recurrido, turnando el recurso a su superior jerárquico para su resolución definitiva.

ARTICULO 177.- Cuando con la interposición del recurso de revisión, el promovente solicite la suspensión del decomiso, la autoridad podrá ordenar la devolución de los bienes respectivos al interesado, siempre y cuando:

I.- Sea procedente el recurso, y

II.- Se exhiba garantía por el monto del valor de lo decomisado, el cual será determinado por la Secretaría, de acuerdo con el precio que corra en el mercado, al momento en que deba otorgarse dicha garantía.

En el supuesto en que no se cumplan los requisitos anteriores, la Secretaría determinará el destino final de los productos perecederos y de las especies de flora y fauna silvestre vivas, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las demás que resulten aplicables.

Por lo que se refiere a los bienes distintos a los señalados en el párrafo anterior, éstos se mantendrán en depósito y no podrá disponerse de ellos hasta en tanto cause estado la resolución correspondiente.

ARTICULO 178.- No procederá la suspensión del decomiso, en los siguientes casos:

I.- Cuando se trate de especies de flora y fauna silvestre que carezcan de la concesión, permiso o autorización correspondiente.

II.- Cuando se trate de especies de flora y fauna silvestre extraídas o capturadas en época, zona o lugar no comprendidos en la concesión, permiso o autorización respectivos, así como en volúmenes superiores a los establecidos.

III.- Cuando se trate de especies de flora y fauna silvestre declaradas en veda o sean consideradas raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial conforme a esta Ley u otras disposiciones jurídicas aplicables.

IV.- Cuando se trate de especies de flora y fauna silvestre decomisadas a extranjeros, o en embarcaciones o transportes extranjeros.

V.- Cuando se trate de productos o subproductos de flora y fauna silvestre, armas de caza, artes de pesca y demás objetos o utensilios prohibidos por la normatividad aplicable, y

VI.- Cuando se trate de materias primas forestales maderables y no maderables, provenientes de aprovechamientos para los cuales no exista autorización.

ARTICULO 179.- Por lo que se refiere a los demás trámites relativos a la sustanciación del recurso de revisión a que se refiere el artículo 176 del presente ordenamiento, se estará a lo dispuesto por la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

ARTICULO 180.- Tratándose de obras o actividades que contravengan las disposiciones de esta Ley, los programas de ordenamiento ecológico, las declaratorias de áreas naturales protegidas o los reglamentos y normas oficiales mexicanas derivadas de la misma, las personas físicas y morales de las comunidades afectadas tendrán derecho a impugnar los actos administrativos correspondientes, así como a exigir que se lleven a cabo las acciones necesarias para que sean observadas las disposiciones jurídicas aplicables, siempre que demuestren en el procedimiento que dichas obras o actividades originan o pueden originar un daño a los recursos naturales, la flora o la fauna silvestre, la salud pública o la calidad de vida. Para tal efecto, deberán interponer el recurso administrativo de revisión a que se refiere este capítulo. ®

ARTICULO 181.- En caso de que se expidan licencias, permisos, autorizaciones o concesiones contraviniendo esta Ley, serán nulas y no producirán efecto legal alguno, y los servidores públicos responsables serán sancionados conforme a lo dispuesto en la legislación en la materia. Dicha nulidad podrá ser exigida por medio del recurso a que se refiere el artículo anterior.

CAPITULO VI

De Los Delitos Del Orden Federal

ARTICULO 182.- En aquellos casos en que, como resultado del ejercicio de sus atribuciones, la Secretaría tenga conocimiento de actos u omisiones que pudieran constituir delitos conforme a lo previsto en la legislación aplicable, formulará ante el Ministerio Público Federal la denuncia correspondiente.

Toda persona podrá presentar directamente las denuncias penales que correspondan a los delitos ambientales previstos en la legislación aplicable.

La Secretaría proporcionará, en las materias de su competencia, los dictámenes técnicos o periciales que le soliciten el Ministerio Público o las autoridades judiciales, con motivo de las denuncias presentadas por la comisión de delitos ambientales.

ARTICULO 183.- Se deroga. (Nota: Los artículos 183 a 187 se derogan en virtud de las reformas al Código Penal)

ARTICULO 184.- Se deroga.

ARTICULO 185.- Se deroga.

ARTICULO 186.- Se deroga.

ARTICULO 187.- Se deroga.

ARTICULO 188.- Las leyes de las entidades federativas establecerán las sanciones penales y administrativas por violaciones en materia ambiental del orden local.

CAPITULO VII

Denuncia Popular

ARTICULO 189.- Toda persona, grupos sociales, organizaciones no gubernamentales, asociaciones y sociedades podrán denunciar ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o ante otras autoridades todo hecho, acto u omisión que produzca o pueda producir desequilibrio ecológico o daños al ambiente o a los recursos naturales, o contravenga las disposiciones de la presente Ley y de los demás ordenamientos que regulen materias relacionadas con la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

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

Si la denuncia fuera presentada ante la autoridad municipal y resulta del orden federal, deberá ser remitida para su atención y trámite a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

ARTICULO 190.- La denuncia popular podrá ejercitarse por cualquier persona, bastando que se presente por escrito y contenga:

- I.- El nombre o razón social, domicilio, teléfono si lo tiene, del denunciante y, en su caso, de su representante legal;
- II.- Los actos, hechos u omisiones denunciados;

- III.- Los datos que permitan identificar al presunto infractor o localizar la fuente contaminante, y
IV.- Las pruebas que en su caso ofrezca el denunciante.

Asimismo, podrá formularse la denuncia por vía telefónica, en cuyo supuesto el servidor público que la reciba, levantará acta circunstanciada, y el denunciante deberá ratificarla por escrito, cumpliendo con los requisitos establecidos en el presente artículo, en un término de tres días hábiles siguientes a la formulación de la denuncia, sin perjuicio de que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente investigue de oficio los hechos constitutivos de la denuncia.

No se admitirán denuncias notoriamente improcedentes o infundadas, aquéllas en las que se advierta mala fe, carencia de fundamento o inexistencia de petición, lo cual se notificará al denunciante.

Si el denunciante solicita a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente guardar secreto respecto de su identidad, por razones de seguridad e interés particular, ésta llevará a cabo el seguimiento de la denuncia conforme a las atribuciones que la presente Ley y demás disposiciones jurídicas aplicables le otorgan.

ARTICULO 191.- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, una vez recibida la denuncia, acusará recibo de su recepción, le asignará un número de expediente y la registrará. En caso de recibirse dos o más denuncias por los mismos hechos, actos u omisiones, se acordará la acumulación en un sólo expediente, debiéndose notificar a los denunciante el acuerdo respectivo.

Una vez registrada la denuncia, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente dentro de los 10 días siguientes a su presentación, notificará al denunciante el acuerdo de calificación correspondiente, señalando el trámite que se le ha dado a la misma.

Si la denuncia presentada fuera competencia de otra autoridad, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente acusará de recibo al denunciante pero no admitirá la instancia y la turnará a la autoridad competente para su trámite y resolución, notificándole de tal hecho al denunciante, mediante acuerdo fundado y motivado.

ARTICULO 192.- Una vez admitida la instancia, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente llevará a cabo la identificación del denunciante, y hará del conocimiento la denuncia a la persona o personas, o a las autoridades a quienes se imputen los hechos denunciados o a quienes pueda afectar el resultado de la acción emprendida, a fin de que presenten los documentos y pruebas que a su derecho convenga en un plazo máximo de 15 días hábiles, a partir de la notificación respectiva.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente efectuará las diligencias necesarias con el propósito de determinar la existencia de actos, hechos u omisiones constitutivos de la denuncia.

Asimismo, en los casos previstos en esta Ley, podrá iniciar los procedimientos de inspección y vigilancia que fueran procedentes, en cuyo caso se observarán las disposiciones respectivas del presente Título.

ARTICULO 193.- El denunciante podrá coadyuvar con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, aportándole las pruebas, documentación e información que estime pertinentes. Dicha dependencia deberá manifestar las consideraciones adoptadas respecto de la información proporcionada por el denunciante, al momento de resolver la denuncia.

ARTICULO 194.- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente podrá solicitar a las instituciones académicas, centros de investigación y organismos del sector público, social y privado, la elaboración de estudios, dictámenes o peritajes sobre cuestiones planteadas en las denuncias que le sean presentadas.

ARTICULO 195.- Si del resultado de la investigación realizada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, se desprende que se trata de actos, hechos u omisiones en que hubieren incurrido autoridades federales, estatales o municipales, emitirá las recomendaciones necesarias para promover ante éstas la ejecución de las acciones procedentes. Las recomendaciones que emita la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente serán públicas, autónomas y no vinculatorias.

ARTICULO 196.- Cuando una denuncia popular no implique violaciones a la normatividad ambiental, ni afecte cuestiones de orden público e interés social, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente podrá sujetar la misma a un procedimiento de conciliación. En todo caso, se deberá escuchar a las partes involucradas.

ARTICULO 197.- En caso de que no se comprueben que los actos, hechos u omisiones denunciados producen o pueden producir desequilibrio ecológico o daños al ambiente o a los recursos naturales o contravengan las disposiciones de la presente Ley, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente lo hará del conocimiento del denunciante, a efecto de que éste emita las observaciones que juzgue convenientes.

ARTICULO 198.- La formulación de la denuncia popular, así como los acuerdos, resoluciones y recomendaciones que emita la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, no afectarán el ejercicio de otros derechos o medios de defensa que pudieran corresponder a los afectados conforme a las disposiciones jurídicas aplicables, no suspenderán ni

interrumpirán sus plazos preclusivos, de prescripción o de caducidad. Esta circunstancia deberá señalarse a los interesados en el acuerdo de admisión de la instancia.

ARTICULO 199.- Los expedientes de denuncia popular que hubieren sido abiertos, podrán ser concluidos por las siguientes causas:

- I.- Por incompetencia de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente para conocer de la denuncia popular planteada.
- II.- Por haberse dictado la recomendación correspondiente.
- III.- Cuando no existan contravenciones a la normatividad ambiental.
- IV.- Por falta de interés del denunciante en los términos de este Capítulo.
- V.- Por haberse dictado anteriormente un acuerdo de acumulación de expedientes.
- VI.- Por haberse solucionado la denuncia popular mediante conciliación entre las partes.
- VII. Por la emisión de una resolución derivada del procedimiento de inspección, o
- VII. Por desistimiento del denunciante.

ARTICULO 200.- Las leyes de las entidades federativas establecerán el procedimiento para la atención de la denuncia popular cuando se trate de actos, hechos u omisiones que produzcan o puedan producir desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, por violaciones a la legislación local ambiental.

ARTICULO 201.- Las autoridades y servidores públicos involucrados en asuntos de la competencia de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, o que por razón de sus funciones o actividades puedan proporcionar información pertinente, deberán cumplir en sus términos con las peticiones que dicha dependencia les formule en tal sentido.

Las autoridades y servidores públicos a los que se les solicite información o documentación que se estime con carácter reservado, conforme a lo dispuesto en la legislación aplicable, lo comunicarán a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. En este supuesto, dicha dependencia deberá manejar la información proporcionada bajo la más estricta confidencialidad.

ARTICULO 202.- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el ámbito de sus atribuciones, está facultada para iniciar las acciones que procedan, ante las autoridades judiciales competentes, cuando conozca de actos, hechos u omisiones que constituyan violaciones a la legislación administrativa o penal.

ARTICULO 203.- Sin perjuicio de las sanciones penales o administrativas que procedan, toda persona que contamine o deteriore el ambiente o afecte los recursos naturales o la biodiversidad, será responsable y estará obligada a reparar los daños causados, de conformidad con la legislación civil aplicable.

El término para demandar la responsabilidad ambiental, será de cinco años contados a partir del momento en que se produzca el acto, hecho u omisión correspondiente.

ARTICULO 204.- Cuando por infracción a las disposiciones de esta Ley se hubieren ocasionado daños o perjuicios, los interesados podrán solicitar a la Secretaría, la formulación de un dictamen técnico al respecto, el cual tendrá valor de prueba, en caso de ser presentado en juicio."

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.- El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

ARTICULO SEGUNDO.- Se derogan la Ley sobre la Zona Exclusiva de Pesca de la Nación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1967, la Ley de Conservación del Suelo y Agua, publicada en dicho órgano de difusión el 6 de julio de 1946, así como todas las disposiciones legales que se opongan a lo previsto en el presente Decreto.

ARTICULO TERCERO.- Los gobiernos de las Entidades Federativas, así como los Ayuntamientos, deberán adecuar sus leyes, reglamentos, ordenanzas, bandos de policía y buen gobierno y demás disposiciones aplicables, a lo establecido en el presente Decreto.

ARTICULO CUARTO.- Los procedimientos y recursos administrativos relacionados con las materias de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, iniciados con anterioridad a la entrada en vigor del presente Decreto, se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones vigentes en ese momento, y las demás disposiciones aplicables en la materia de que se trate.

ARTICULO QUINTO.- La Federación, en coordinación con las autoridades de las Entidades Federativas y Municipales, según corresponda, aplicará lo dispuesto en este Decreto en el ámbito local, en aquellas materias cuya competencia no correspondía a dichos órdenes de gobierno antes de la entrada en vigor del presente Decreto, hasta en tanto sean expedidos y modificados los ordenamientos señalados en el Artículo Tercero Transitorio.

ARTICULO SEXTO.- Las autorizaciones, permisos, licencias y concesiones otorgadas con anterioridad a la fecha de entrada en vigor del presente

Decreto, seguirán vigentes; su prórroga se sujetará a las disposiciones del presente Decreto.

ARTICULO SEPTIMO.- La Secretaría, mediante acuerdo que se publicará en el Diario Oficial de la Federación, deberá determinar la categoría de área natural protegida que, conforme a lo dispuesto en este Decreto, corresponderá a las áreas o zonas que hayan sido establecidas con anterioridad a la entrada en vigor del mismo, con la finalidad de cumplir alguno o algunos de los propósitos establecidos en el artículo 45 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, o cuya caracterización sea análoga o similar a la descripción de alguna de las áreas naturales protegidas de competencia federal previstas en el artículo 46 de dicho ordenamiento.

ARTICULO OCTAVO.- Tratándose de las reservas forestales, reservas forestales nacionales, zonas protectoras forestales, zonas de restauración y propagación forestal y las zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y en general, fuentes para el abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones, la Secretaría deberá realizar los estudios y análisis que sean necesarios para determinar si las condiciones que dieron lugar a su establecimiento no se han modificado y si los propósitos previstos en el instrumento mediante el cual se declaró su constitución, corresponde a los objetivos y características señalados en los artículos 45 y 53 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En caso de que conforme a los estudios y análisis que se lleven a cabo, sea necesario modificar los decretos mediante los cuales se declaran las áreas y zonas anteriormente señaladas, la Secretaría deberá promover ante el Ejecutivo Federal la expedición del decreto que corresponda, previa opinión favorable del Consejo Nacional de Areas Naturales Protegidas.

Asimismo, la Secretaría deberá poner a disposición de los gobiernos locales, propietarios, poseedores, grupos y organizaciones sociales, públicas o privadas, instituciones de investigación y educación superior y demás personas interesadas, los estudios o análisis que realice para los efectos a que se refiere este artículo, con el propósito de que éstos le presenten las opiniones y propuestas que consideren procedentes. La Secretaría deberá incorporar en dichos estudios y análisis las consideraciones que estime pertinentes en relación con las opiniones y propuestas que le sean remitidas, a fin de hacerlas del conocimiento del Consejo Nacional de Areas Naturales Protegidas, previamente a que éste emita su recomendación, respecto de la procedencia de la modificación del decreto correspondiente.

ARTICULO NOVENO.- En el caso de las áreas y zonas a que se refiere el artículo anterior, sólo se requerirá la autorización en materia de impacto ambiental a que se refiere el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, cuando la obra o actividad de que se

trate quede comprendida en alguno de los supuestos previstos en las fracciones I a X o XII y XIII del precepto citado. Dicha autorización se otorgará de conformidad con lo dispuesto en el propio ordenamiento y las disposiciones que del mismo se deriven.

ARTICULO DECIMO.- En tanto se expidan las disposiciones reglamentarias que se deriven del presente Decreto, seguirán en vigor las que han regido hasta ahora, en lo que no la contravengan.

Normas Oficiales Mexicanas para la Protección Ambiental

Normas Vigentes (Publicadas)

I. Normas para Control de la Contaminación Atmosférica

1. Industria

Clave	Regulación	Fecha de Publicación
<u>NOM-039-ECOL-1993</u>	Plantas productoras de ácido sulfúrico. (Bióxido y Trióxido de Azufre)	22-oct-93
<u>NOM-040-ECOL-1993</u>	Fabricación de cemento. (Emisiones Fugitivas)	22-oct-93
<u>NOM-043-ECOL-1993</u>	Partículas sólidas provenientes de Fuentes Fijas.	22-oct-93
<u>NOM-046-ECOL-1993</u>	Procesos de producción de ácido dodecílbensulfónico en Fuentes Fijas.	22-oct-93
<u>NOM-051-ECOL-1993</u>	Gasoleo industrial que se consume por Fuentes Fijas en la ZMCM.	22-oct-93
<u>NOM-075-ECOL-1995</u>	Compuestos orgánicos volátiles provenientes del proceso de separadores agua-aceite de las refinerías de petróleo.	26-Dic.95
<u>NOM-085-ECOL-1994</u>	Combustibles para equipo de calentamiento	2-dic-94

	indirecto y directo por combustión.	
<u>NOM-086-ECOL-1994</u>	Contaminación atmosférica especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en Fuentes Fijas y Móviles.	2-dic-94
<u>NOM-092-ECOL-1995</u>	Instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo en el Valle de México.	6-sep-95
<u>NOM-093-ECOL-1995</u>	Sistemas de recuperación de vapores de Gasolina en estaciones de servicio y autoconsumo. (Método de prueba)	6-sep-95
<u>NOM-097-ECOL-1995</u>	Material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país.	1-feb-96
<u>NOM-105-ECOL-1996</u>	Que establece los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas totales y compuestos de azufre reducido total provenientes de los procesos de recuperación de químicos de las plantas de fabricación de celulosa.	02-abr-98
<u>NOM-121-ECOL-1997</u>	Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COV's) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.	14-jul-1998
<u>NOM-123-ECOL-1998</u>	Que establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COVs), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.	14-jun-1999

2. Vehículos

Clave	Regulación	Fecha de Publicación
<u>NOM-041-ECOL-1999</u>	Vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible (Gases)	06-ago-99
<u>NOM-042-ECOL-1999</u>	Vehículos automotores nuevos en planta con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856	06-sep-99

	kilogramos.	
<u>NOM-044-ECOL-1993</u>	Motores nuevos que usan diesel, con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos.	22-oct-93
<u>NOM-045-ECOL-1996</u>	Vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.	22-abr-97
<u>NOM-048-ECOL-1993</u>	Motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.	22-oct-93
<u>NOM-049-ECOL-1993</u>	Motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.	22-oct-93
<u>NOM-050-ECOL-1993</u>	Vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles.	22-oct-93
<u>NOM-076-ECOL-1995</u>	Emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	26-dic-95
<u>NOM-077-ECOL-1995</u>	Procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.	13-nov-95

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN 3. Monitoreo Ambiental

Clave	Regulación	Fecha de Publicación
<u>NOM-034-ECOL-1993</u>	Concentración de monóxido de carbono en aire ambiente, calibración equipos de medición.	18-oct-93
<u>NOM-035-ECOL-1993</u>	Concentración de partículas suspendidas totales en aire ambiente, calibración equipos de medición.	18-oct-93
<u>NOM-036-ECOL-1993</u>	Concentración de ozono en aire ambiente, calibración equipos de medición.	18-oct-93
<u>NOM-037-ECOL-1993</u>	Concentración de bióxido de nitrógeno en aire ambiental, calibración equipos de medición.	18-oct-93
<u>NOM-038-ECOL-1993</u>	Concentración de bióxido de azufre en aire ambiental, calibración equipos de medición.	18-oct-93

4. Calidad de Combustibles

Clave	Regulación	Fecha de Publicación
<u>NOM-086-ECOL-1994</u>	Combustibles Líquidos y Fósiles para Fuentes Fijas y Móviles.	2-dic-94

II. Normas para Control de Residuos Peligrosos

Clave	Regulación	Fecha de Publicación
<u>NOM-052-ECOL-1993</u>	Listado de Residuos Peligrosos por su toxicidad al ambiente.	22-oct-93
<u>NOM-053-ECOL-1993</u>	Determinación de Residuos Peligrosos por su Toxicidad al ambiente.	22-oct-93
<u>NOM-054-ECOL-1993</u>	Incompatibilidad entre dos o más Residuos Peligrosos según la NOM-052-ECOL-1993.	22-oct-93
<u>NOM-055-ECOL-1993</u>	Confinamiento controlado de Residuos Peligrosos, excepto los Radiactivos.	22-oct-93
<u>NOM-056-ECOL-1993</u>	Obras complementarias de un confinamiento controlado de Residuos Peligrosos.	22-oct-93
<u>NOM-057-ECOL-1993</u>	Diseño, construcción y Operación de celdas de un confinamiento controlado para Residuos Peligrosos.	22-oct-93
<u>NOM-058-ECOL-1993</u>	Operación de un confinamiento controlado de Residuos Peligrosos.	22-oct-93
<u>NOM-083-ECOL-1996</u>	Condiciones que Deben Reunir los sitios destinados a la disposición final de los Residuos Sólidos Municipales. (Aclaración 7-MARZO-1997)	25-nov-96
<u>NOM-087-ECOL-1995</u>	Separación, Envasado, Almacenamiento, Recolección, Transporte, Tratamiento y Disposición final de los Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos que se generan en establecimientos que presten atención medica.	7-nov-95

III. Normas para Control de la Contaminación del Agua

Clave	Regulación	Fecha de Publicación
<u>NOM-001-ECOL-1996</u>	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales en aguas y Bienes Nacionales. (Aclaración 30-abril-1997)	6-ene-97
<u>NOM-002-ECOL-1996</u>	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas Residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	03-jun-98
<u>NOM-003-ECOL-1996</u>	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	21-sep-1998

IV. Normas para Control de Contaminación de los Recursos Naturales

Clave	Regulación	Fecha de Publicación
<u>NOM-059-ECOL-1994</u>	Especies y subespecies de Flora y Fauna Silvestres terrestres y Acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, especificaciones para su protección.	16-may-94
<u>NOM-060-ECOL-1994</u>	Manifestación de efectos adversos en Suelos y Cuerpos de Agua por el aprovechamiento Forestal.	13-may-94
<u>NOM-061-ECOL-1994</u>	Mitigación de efectos adversos en Flora y Fauna Silvestres por el aprovechamiento Forestal.	13-may-94
<u>NOM-062-ECOL-1994</u>	Mitigación de efectos Adversos sobre Biodiversidad por el cambio de usos del suelo de terrenos Forestales Agropecuarios.	13-may-94
<u>NOM-131-ECOL-1998</u>	Que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de Ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábi-tat.	10-ene-00

V. Normas para Control de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental

Clave	Regulación	Fecha de Publicación
<u>NOM-113-ECOL-1998</u>	Establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.	26-oct-1998
<u>NOM-120-ECOL-1997</u>	Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o ericinos. (Aclaración: 6-ene-99)	19-nov-1998
<u>NOM-114-ECOL-1998</u>	Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas. (Aclaración: 1-feb-99)	23-nov-1998
<u>NOM-116-ECOL-1998</u>	Que establece las especificaciones de protección ambiental para prospecciones sísmológicas terrestres que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.	24-nov-1998
<u>NOM-117-ECOL-1998</u>	Que establece las especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que se realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.	24-nov-1998
<u>NOM-115-ECOL-1998</u>	Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación de pozos petroleros terrestres para exploración y producción en zonas agrícolas, ganaderas y eriales. (Aclaración: 29-ene-99)	25-nov-1998

VI. Normas para Control de Emisión de Ruido

Clave	Regulación	Fecha de Publicación
<u>NOM-079-ECOL-1994</u>	Vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición	12-ene-95
<u>NOM-080-ECOL-1994</u>	Escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación. (Método de Medición)	13-ene-95
<u>NOM-081-ECOL-1994</u>	Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas. (Método de Medición)	13-ene-95
<u>NOM-082-ECOL-1995</u>	Motocicletas y triciclos motorizados nuevos en planta. (Método de medición)	16-ene-95

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental²

Reglamento anterior publicado en el diario oficial de la federación de fecha 7 de junio de 1988

CAPÍTULO I (DISPOSICIONES GENERALES)

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

ARTICULO 2o.- La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del propio Ejecutivo Federal de conformidad con las disposiciones legales aplicables, y a las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, en la esfera de su competencia. Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios podrán participar como auxiliares de la Federación en la aplicación del presente Reglamento para la atención de asuntos de competencia federal, en los términos de los instrumentos de coordinación correspondientes.

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

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

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

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

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

V.- Secretaría: La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, y

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

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

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

II.- Emitir dictámenes generales de impacto ambiental en materia forestal por regiones, ecosistemas territoriales definidos o para especies vegetales de

terminadas, en los términos previstos por el artículo 30 de la Ley, para los efectos del artículo 50 de la Ley Forestal.

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

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

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

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

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

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

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

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

ARTICULO 5o.- Deberán contar con previa autorización de la Secretaría, en materia de impacto ambiental, las personas físicas o morales que pretendan realizar obras o actividades, públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en

los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación

para proteger al ambiente, así como cumplir los requisitos que se les impongan, tratándose de las materias atribuidas a la Federación por los artículos 5o. y 29 de la Ley, particularmente las siguientes:

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

- a) Construcción, instalación y demolición de bienes inmuebles en áreas urbanas.
- b) Conservación, reparación y mantenimiento de bienes inmuebles, y
- c) Modificación de bienes inmuebles, cuando ésta pretenda llevarse a cabo en la superficie del terreno ocupada por la instalación o construcción de que se trate.

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

II.- Obras hidráulicas, con las siguientes excepciones:

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

b) Unidades hidroagrícolas menores de cien hectáreas.

c) Pozos (aislados).

d) Bordos.

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

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

g) Las de rehabilitación, y

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

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

- a) terrenos al mar, actividades de dragado y bocas de intercomunicación
- b) Trazo y tendido de líneas ferroviarias, incluyendo puentes ferroviarios para atravesar cuerpos de agua.
- c) Carreteras y puentes federales, y
- d) Aeropuertos.
- IV.- Oleoductos, gasoductos y carbo ductos.
- V.- Industrias química, petroquímica, siderúrgica, papelera, azucarera, de bebidas, del cemento, automotriz y de generación y transmisión de electricidad.
- VI.- Exploración, extracción, tratamiento y refinación de sustancias minerales y no minerales reservadas a la Federación, con excepción de las actividades de prospección gravimétrica, geo lógica superficial, geoelectrica, magnetotelúrica de susceptibilidad magnética y densidad.
- VII.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos.
- VIII.- Desarrollos turísticos federales.
- IX.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos radiactivos, con la participación que corresponda a la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal.
- X.- Aprovechamientos forestales de bosques y selvas tropicales y especies de difícil regeneración, de conformidad con lo previsto en los artículos 28, 29 fracción VII, y 30 de la Ley.
- XI.- Obras o actividades que por su naturaleza y complejidad requieran de la participación de la Federación, a petición de las autoridades estatales o municipales correspondientes.
- XII.- Actividades consideradas altamente riesgosas, en los términos del artículo 146 de la Ley, y
- XIII.- Cuando la obra o actividad que pretenda realizarse pueda afectar el equilibrio ecológico de dos o más entidades federativas o de otros países o zonas de jurisdicción internacional.

Las excepciones enunciadas en este artículo no tendrán efecto, si la obra o

actividad se pretende desarrollar en áreas naturales protegidas de interés de la Federación, de las que se relacionan en el artículo 46 de la Ley o en

zonas respecto de las cuales se hubieren expedido las declaratorias a que se refiere el artículo 105 de la Ley.

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

CAPÍTULO II (DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL)

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

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

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

Una vez analizado el informe preventivo, la Secretaría comunicará al interesado si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad conforme a la que deba formularse, y le informará de las normas técnicas ecológicas existentes, aplicables para la obra o actividad de que se trate.

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

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

correspondientes.

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

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

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

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

I.- General;

II.- Intermedia, o

III.- Específica.

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

La manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades intermedia o específica, se presentará a requerimiento de la Secretaría, cuando las características de la obra o actividad, su magnitud o considerable impacto en el ambiente, o las condiciones del sitio en que pretenda desarrollarse, hagan necesarias la presentación de diversa y más precisa información. Los instructivos que al efecto formule la Secretaría, precisarán el contenido y los lineamientos para desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental, de acuerdo a la modalidad de que se trate.

ARTICULO 10.- La manifestación de impacto ambiental en su modalidad general deberá contener como mínimo la siguiente información en relación con el proyecto de obra o actividad de que se trate:

I.- Nombre, denominación o razón social, nacionalidad, domicilio y dirección de quien pretenda llevar a cabo la obra o actividad objeto de la manifestación.

II.- Descripción de la obra o actividad proyectada, desde la etapa de selección del sitio para la ejecución de la obra en el desarrollo de la

actividad; la superficie de terreno requerido; el programa de construcción, montaje de instalaciones y operación correspondiente; el tipo de actividad,

volúmenes de producción previstos, e inversiones necesarias; la clase y cantidad de recursos naturales que habrán de aprovecharse, tanto en la etapa de construcción como en la operación de la obra o el desarrollo de la actividad; el programa para el manejo de residuos, tanto en la construcción y montaje como durante la operación o desarrollo de la actividad; y el programa para el abandono de las obras o el cese de las actividades.

III.- Aspectos generales del medio natural y socioeconómico del área donde pretenda desarrollarse la obra o actividad.

IV.- Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo en el área correspondiente.

V.- Identificación y descripción de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto o actividad, en sus distintas etapas, y

VI.- Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados en cada una de las etapas.

ARTICULO 11.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad intermedia, además de ampliar la información a que se refieren las fracciones II y III del artículo anterior, deberá contener la descripción del posible escenario ambiental modificado por la obra o actividad de que se trate, así como las adecuaciones que procedan a las medidas de prevención y mitigación propuestas en la manifestación general.

ARTICULO 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad específica, deberá contener como mínimo la siguiente información en relación con el proyecto de obra o actividad de que se trate:

I.- Descripción detallada y justificación de la obra o actividad proyectada, desde la etapa de selección del sitio, hasta la terminación de las obras o el cese de la actividad, ampliando la información a que se refiere la fracción II del artículo 10 del Reglamento.

II.- Descripción del escenario ambiental, con anterioridad a la ejecución del proyecto.

III.- Análisis y determinación de la calidad, actual y proyectada, de los factores ambientales en el entorno del sitio en que se pretende desarrollar la obra o actividad proyectada, en sus distintas etapas.

IV.- Identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto, en sus distintas etapas;

V.- Determinación del posible escenario ambiental resultante de la ejecución del proyecto, incluyendo las variaciones en la calidad de los factores ambientales, y

VI.- Descripción de las medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales adversos identificados en cada una de las etapas de la obra o actividad, y el programa de recuperación y restauración del área impactada, al concluir la vida útil de la obra o al término de la actividad correspondiente.

ARTICULO 13.- La Secretaría podrá requerir al interesado información adicional que complemente la comprendida en la manifestación de impacto ambiental, cuando ésta no se presente con el detalle que haga posible su evaluación.

Cuando así lo considere necesario, la Secretaría podrá solicitar además, los elementos técnicos que sirvieron de base para determinar tanto los impactos ambientales que generaría la obra o actividad de que se trate, como las medidas de prevención y mitigación previstas.

La Secretaría evaluará la manifestación de impacto ambiental cuando ésta se ajuste a lo previsto en el Reglamento y su formulación se sujete a lo que establezca el instructivo correspondiente.

ARTICULO 14.- La Secretaría evaluará la manifestación de impacto ambiental en su modalidad general, y en su caso la información complementaria requerida, y dentro de los 30 días hábiles siguientes a su presentación, o los siguientes 45 días hábiles, cuando requiera el dictamen técnico a que se refiere el artículo 19 del Reglamento:

I.- Dictará la resolución de evaluación correspondiente, o

II.- Requerirá la presentación de nueva manifestación de impacto ambiental en su modalidad intermedia o específica.

ARTICULO 15.- La Secretaría evaluará la manifestación de impacto ambiental en su modalidad intermedia o específica y en su caso la información complementaria requerida, y dentro de los 60 días hábiles siguientes, tratándose de la modalidad intermedia, o dentro de los siguientes 90 días hábiles, cuando se trate de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad específica:

I.- Dictará la resolución de evaluación correspondiente, o

II.- Requerirá la presentación de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad específica, cuando hubiere sido presentada una manifestación en su modalidad intermedia.

Los plazos para emitir la resolución a que se refiere este artículo, podrán ampliarse hasta en 30 días hábiles, cuando la Secretaría requiera el dictamen técnico a que se refiere el artículo 19 del Reglamento.

ARTICULO 16.- En la evaluación de toda manifestación de impacto ambiental, se considerarán entre otros, los siguientes elementos:

I.- El ordenamiento ecológico.

II.- Las declaratorias de áreas naturales protegidas;

III.- Los criterios ecológicos para la protección de la flora y la fauna silvestres y acuáticas; para el aprovechamiento racional de los elementos naturales; y para la protección al ambiente;

IV.- La regulación ecológica de los asentamientos humanos, y

V.- Los reglamentos y normas técnicas ecológicas vigentes en las distintas materias que regula la Ley, y demás ordenamientos legales en la materia.

ARTICULO 17.- En la evaluación de manifestaciones de impacto ambiental de obras o actividades que pretendan desarrollarse en áreas naturales protegidas de interés de la Federación, se considerará además de lo dispuesto en el artículo anterior, lo siguiente:

I.- Lo que establezcan las disposiciones que regulen al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

II.- Las normas generales de manejo para áreas naturales protegidas.

III.- Lo establecido en el programa de manejo del área natural protegida correspondiente y

IV.- Las normas técnicas ecológicas específicas, del área considerada.

ARTICULO 18.- En el caso de que las obras o actividades a que se refiere el artículo 5o. del Reglamento pretendan desarrollarse en áreas naturales protegidas de interés de la Federación en los términos del artículo 46 de la Ley, el instructivo que al efecto expida la Secretaría determinará los estudios

ecológicos sobre el hábitat, la flora y la fauna silvestres y acuáticas y otros elementos del ecosistema, que deberán considerarse para la formulación de la manifestación de impacto ambiental.

ARTICULO 19.- Para la evaluación de la manifestación de impacto ambiental de obras o actividades que por sus características hagan necesaria la intervención de otras dependencias o entidades de la Administración Pública Federal, la Secretaría podrá solicitar a éstas la formulación de un dictamen técnico al respecto.

ARTICULO 20.- Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental de la obra o actividad de que se trate, presentada en la modalidad que corresponda, la Secretaría formulará y comunicará a los interesados la resolución correspondiente, en la que podrá:

I.- Autorizar la realización de la obra o actividad en los términos y condiciones señalados en la manifestación correspondiente;

II.- Autorizar la realización de la obra o actividad proyectada, de manera condicionada a la modificación o relocalización del proyecto, o

III.- Negar dicha autorización.

En los casos de las fracciones I y II de este artículo, la Secretaría precisará la vigencia de las autorizaciones correspondientes.

La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo dispuesto en la resolución respectiva. En uso de sus facultades de inspección y vigilancia la Secretaría podrá verificar, en cualquier momento, que la obra o actividad de que se trate, se esté realizando o se haya realizado de conformidad con lo que disponga la autorización respectiva, y de manera que se satisfagan los requisitos establecidos en los ordenamientos y normas técnicas ecológicas aplicables.

ARTICULO 21.- Todo interesado que desista de ejecutar una obra o realizar una actividad sometida a autorización en materia de impacto ambiental, deberá comunicarlo así en forma escrita a la Secretaría:

I.- Durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, previo al otorgamiento de la autorización correspondiente, o

II.- Al momento de suspender la realización de la obra o actividad, si ya se hubiere otorgado la autorización de impacto ambiental respectiva. En este caso, deberán adoptarse las medidas que determine la Secretaría, a efecto de que no se produzcan alteraciones nocivas al equilibrio ecológico o al

ambiente.

ARTICULO 22.- Si con anterioridad a que se dicte la resolución a que se refiere el artículo 20 del Reglamento, se presentaren cambios o modificaciones en el proyecto descrito en la manifestación de impacto ambiental, el interesado lo comunicará así a la Secretaría, para que ésta determine si procede o no la formulación de una nueva manifestación de impacto ambiental, y en su caso la modalidad en que de ba presentarse. La Secretaría comunicará dicha resolución a los interesados a partir de haber recibido el aviso de cambio o modificación de que se trate, dentro de un plazo de:

I.- Quince días hábiles en el caso de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad general.

II.- Treinta días hábiles, cuando la última manifestación de impacto ambiental presentada corresponda a la modalidad intermedia, o si fue requerido el dictamen técnico de otra dependencia o entidad a que se refiere el artículo 19 del Reglamento, y

III.- Cuarenta y cinco días hábiles cuando la última manifestación de impacto ambiental corresponda a la modalidad específica.

ARTICULO 23.- En los casos en que una vez otorgada la autorización de impacto ambiental a que se refiere el artículo 20 del Reglamento, por caso fortuito o fuerza mayor llegaren a presentarse causas supervenientes de impacto ambiental no previstas en las manifestaciones formuladas por los interesados, la Secretaría podrá en cualquier tiempo evaluar nuevamente la manifestación de impacto ambiental de que se trate. En tales casos l a Secretaría requerirá al interesado la presentación de la información adicional que fuere necesaria para evaluar el impacto ambiental de la obra o actividad respectiva.

La Secretaría podrá revalidar la autorización otorgada, y modificarla, suspenderla o revocarla, si estuviere en riesgo el equilibrio ecológico o se produjeren afectaciones nocivas imprevistas en el ambiente.

En tanto la Secretaría dicte la resolución a que se refiere el párrafo anterior, previa audiencia que otorgue a los interesados, podrá ordenar la suspensión temporal, parcial o total, de la obra o actividad correspondiente, en los casos de peligro inminente de desequilibrio ecológico, o de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes o la salud pública.

ARTICULO 24.- Sin perjuicio de lo establecido en la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en materia nuclear, y en cumplimiento de lo que se previene en el artículo 154 de la Ley, la Secretaría realizará la evaluación de

la manifestación del impacto ambiental de las obras o actividades relacionadas con la energía nuclear, que puedan causar desequilibrios ecológicos, o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente, excepto en los casos de usos no energéticos cuando se trate de utilización de material radiactivo con propósitos industriales, médicos, agrícolas o de investigación.

ARTICULO 25.- Quienes para la realización de las obras o actividades a que se refiere el artículo 5o. del Reglamento, lleven a cabo por cuenta de terceros los proyectos o estudios previos necesarios, deberán prever en dichos proyectos o estudios, lo conducente, a efecto de que se de cumplimiento a lo establecido en el Reglamento y en los demás ordenamientos y normas técnicas ecológicas para la protección al ambiente.

CAPÍTULO III (DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS APROVECHAMIENTOS FORESTALES)

ARTICULO 26.- La Secretaría emitirá dictámenes generales de impacto ambiental en materia forestal en los términos del artículo 30 de la Ley, y los dará a conocer a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la que proveerá a su aplicación mediante los medios legales de que disponga para asegurar la observancia de las políticas y medidas que en los mismos se precisen, y los considerará en el otorgamiento de permisos y autorizaciones de aprovechamiento forestal, cambio de uso de terrenos forestales, extracción de materiales de dichos terrenos y en general, aquellas acciones que alteren la cubierta de los suelos forestales.

En los permisos y autorizaciones a que se refiere el párrafo anterior, deberán señalarse expresamente las medidas derivadas del dictamen general de impacto ambiental en materia forestal que resulten aplicables.

ARTICULO 27.- Los dictámenes generales de impacto ambiental sobre aprovechamiento forestal, cambio de usos de terrenos forestales o extracción de materiales de dichos terrenos, se emitirán por regiones, ecosistemas territoriales definidos, o por especies vegetales determinadas.

ARTICULO 28.- Los dictámenes generales de impacto ambiental en materia forestal deberán fundamentarse en los criterios y estudios técnicos y científicos que para el efecto formule la Secretaría y en los criterios que, en su caso, hubiese aportado o en los estudios que hubiese realizado la

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, con arreglo a la legislación forestal y los demás ordenamientos que de ella se deriven, sobre la región, ecosistema o especie vegetal que se determine. Los dictámenes generales de impacto ambiental en materia forestal precisarán las medidas de prevención, mejoramiento, preservación, restauración y control que procedan para la región, ecosistema o especie de que se trate, así como la vigencia de las mismas.

ARTICULO 29.- La Secretaría emitirá restricciones de protección ecológica para el aprovechamiento de los recursos forestales Dichas restricciones, se harán del conocimiento de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la que proveerá a su aplicación mediante los medios legales a su alcance, necesarios para asegurar la observancia de las limitaciones que sobre aprovechamientos forestales en las propias restricciones de protección ecológica se precisen.

ARTICULO 30.- Las restricciones de protección ecológica a que se refiere el artículo anterior se emitirán por la Secretaría tomando en consideración los estudios que elabore y los que se incorporen a los dictámenes generales de impacto ambiental que en su caso formule.

Dichas restricciones se darán a conocer a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en atención a los avisos de acción preliminar que deban presentar ante la Secretaría los interesados en obtener permisos o autorización para aprovechamientos forestales.

ARTICULO 31.- Recibidos los avisos de acción preliminar que le presenten los interesados en obtener permisos forestales de aprovechamientos persistentes, para productos no maderables, o para aprovechamientos especiales o únicos, y satisfechos los requerimientos adicionales de información que en su caso la Secretaría hubiere formulado, dicha Secretaría procederá a la evaluación correspondiente.

En un plazo no mayor de 30 días a partir de la presentación del aviso preliminar de que se trate, o a partir de que le sea presentada la información complementaria requerida, la Secretaría dará a conocer al interesado las restricciones de protección ecológica aplicables al aprovechamiento forestal de que se trate, de acuerdo a los estudios que formule y los que se incorporen a los dictámenes generales de impacto ambiental que en su caso emita.

Las restricciones de protección ecológica comunicadas por la Secretaría conforme al párrafo que antecede, serán incorporadas por los interesados en el Programa de Manejo Integral Forestal o en los estudios técnicos justificados que presenten ante las autoridades correspondientes para la

obtención de los permisos forestales de aprovechamiento de que se trate. Si transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría no hubiere comunicado las restricciones ecológicas aplicables, se entenderá que los aprovechamientos forestales descritos en el aviso de acción

preliminar podrán llevarse a cabo previo permiso de la autoridad forestal competente, siempre y cuando los interesados apliquen las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que se hubieren incluido en el aviso de acción preliminar respectivo, conforme a lo que establece la fracción VI del artículo 32 del Reglamento.

En las restricciones de protección ecológica se establecerán las limitaciones con arreglo a las cuales puedan llevarse a cabo los aprovechamientos forestales de manera que se haga un uso racional de esos recursos, se eviten alteraciones graves al equilibrio ecológico y no se causen daños al ambiente.

Los permisos y en general las autorizaciones de aprovechamiento forestal deberán expresar las normas técnicas y las restricciones de protección ecológica que rijan los aprovechamientos y la protección ecológica.

ARTICULO 32.- Los avisos de acción preliminar deberán contener como mínimo la siguiente información:

I.- Datos generales de identificación del interesado;

II.- Descripción del aprovechamiento proyectado;

III.- Estudio dasonómico y socioeconómico del área donde pretenda realizarse el aprovechamiento de que se trate;

IV.- Identificación y descripción de los impactos ambientales que ocasionaría el aprovechamiento forestal correspondiente, en sus distintas etapas;

V.- Descripción del posible escenario ambiental modificado;

VI.- Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados en cada una de las etapas, y

VII.- El Programa de recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales.

ARTICULO 33.- Cuando los avisos de acción preliminar correspondan a permisos de aprovechamiento forestal de bosques y selvas tropicales y especies de difícil regeneración, los interesados deberán presentar a la

Secretaría una manifestación de impacto ambiental en su modalidad general respecto de dicho aprovechamiento, en los términos previstos en el artículo 10 del Reglamento, adicionándole la información que para aprovechamientos forestales se precisa en el artículo 32 del propio Ordenamiento.

La Secretaría podrá requerir a los interesados la presentación de información complementaria, cuando la proporcionada no fuere suficiente para llevar a cabo la evaluación correspondiente.

ARTICULO 34.- Recibida la manifestación de impacto ambiental a que se refiere el artículo anterior y, en su caso, la información complementaria que hubiese requerido, la Secretaría procederá a su evaluación y dentro de los treinta días hábiles siguientes:

I.- Dictará la resolución de evaluación correspondiente, o

II.- Requerirá la presentación de nueva manifestación de impacto ambiental en su modalidad intermedia o específica.

Para la presentación y evaluación de la manifestación de impacto ambiental a que se refiere este artículo, serán aplicables en lo conducente las disposiciones contenidas en el capítulo II del Reglamento.

ARTICULO 35.- No podrán autorizarse aprovechamientos forestales de bosques y selvas tropicales, ni de especies forestales de difícil regeneración, sin la previa autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, otorgada en los términos de las disposiciones precedentes.

La Secretaría, considerando la opinión de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, determinará los bosques y selvas tropicales y las especies forestales de difícil regeneración que habrán de considerarse para efectos de lo establecido en este capítulo.

CAPÍTULO IV (DEL IMPACTO AMBIENTAL EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE INTERÉS DE LA FEDERACIÓN)

ARTICULO 36.- Deberán contar con autorización previa de la Secretaría en materia de impacto ambiental las personas, físicas o morales, que con fines de naturaleza económica pretendan realizar actividades de exploración, explotación o aprovechamiento de recursos naturales, o de repoblamiento, traslocación, recuperación, trasplante o siembra de especies de flora o fauna, silvestres o acuáticas, en áreas naturales protegidas de interés de la Federación comprendidas en las fracciones I a VII del artículo 46 de la Ley,

cuando conforme a las declaratorias respectivas corresponda a la Secretaría coordinar o llevar a cabo la conservación, administración, desarrollo y vigilancia de las áreas de que se trate.

ARTICULO 37.- Los interesados en obtener la autorización a que se refiere el artículo anterior, en forma previa a la realización de la actividad de que se

trate, presentarán a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental. Dicha manifestación se formulará de acuerdo a los instructivos que al efecto expida la Secretaría, conforme a lo previsto en el artículo 18 del Reglamento.

ARTICULO 38.- La Secretaría evaluará la manifestación de impacto ambiental, y dentro de los sesenta días hábiles siguientes a su presentación, emitirá la resolución correspondiente conforme a lo dispuesto por el artículo 20 del Reglamento y para los efectos que en la misma disposición se prevén.

CAPÍTULO V (DE LA CONSULTA A LOS EXPEDIENTES)

ARTICULO 39.- Presentada una manifestación de impacto ambiental de competencia federal y satisfechos los requerimientos de información que en su caso se hubiesen formulado, se publicará en la "Gaceta Ecológica" un aviso respecto de la presentación de la manifestación de que se trate. Los derechos que procedan por dicha publicación serán cubiertos previamente por quienes hayan solicitado la evaluación de impacto ambiental correspondiente.

Una vez integrada la documentación a que se refiere el párrafo anterior y hecha la publicación mencionada, cualquier persona podrá consultar el expediente correspondiente. Para efectos de lo dispuesto en este artículo, se entenderá por expediente la documentación consistente en la manifestación de impacto ambiental de que se trate, la información adicional que en su caso se hubiere presentado y la resolución de la Secretaría en la que comunique la evaluación respectiva.

La manifestación de impacto ambiental y sus anexos o ampliación de información se presentarán ante la Secretaría en original y tres copias. La copia para consulta del público contendrá únicamente la información que podrá ser consultada en los términos del artículo 33 de la Ley, manteniendo en reserva la información que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial o intereses lícitos mercantiles. A solicitud del interesado dicha copia deberá ostentar en lugar visible la leyenda: "Para consulta del público".

La Secretaría podrá requerir al interesado justifique la existencia de los derechos de propiedad industrial o intereses lícitos mercantiles invocados para mantener en reserva información que haya sido integrada al expediente.

ARTICULO 40.- La consulta de los expedientes podrá realizarse previa identificación del interesado, en horas y días hábiles, en el local que para dicho efecto establezca la unidad administrativa de la Secretaría que tenga a

su cargo la atribución de evaluar la manifestación de impacto ambiental.

ARTICULO 41.- Cualquier persona que considere que en la realización de obras o actividades que se estén llevando a cabo se excedan los límites y condiciones establecidos en los reglamentos y normas técnicas ecológicas emitidas para la protección del ambiente, podrá solicitar a la Secretaría, en materias de su competencia, que considere la procedencia de requerir a quienes lleven a cabo dicha obra o actividad, la presentación de una manifestación de impacto ambiental respecto de tales obras o actividades.

En la solicitud se incluirán los datos de identificación del solicitante, así como la información que permita localizar el lugar en que se está ejecutando la obra o realizando la actividad respectiva, e identificar a quien la lleve cabo.

ARTICULO 42.- Recibida la solicitud a que se refiere el artículo anterior, y calificada ésta como procedente por la Secretaría, esta última identificará al denunciante y, en su caso, hará tal solicitud del conocimiento de la persona o personas a quienes se imputen los hechos denunciados, y las requerirá para que en un plazo no mayor de quince días hábiles a partir de la notificación correspondiente manifiesten lo que a su derecho convenga en relación a la solicitud formulada, así como si son ciertos los hechos que en la misma se describan. La Secretaría podrá llevar a cabo las verificaciones que procedan, y requerir a quienes realicen las obras o actividades denunciadas para que presenten un informe al respecto. Copia de los requerimientos se remitirá al denunciante, quien a partir de ese momento podrá consultar el expediente.

La Secretaría analizará la contestación y, en su caso, el informe que se prevé en el párrafo anterior y en un plazo no mayor de treinta días hábiles, comunicará a la persona requerida si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad y el plazo en que deba presentarse. En tanto la Secretaría comunique dicha resolución, previa audiencia de los interesados podrá ordenar como medida de seguridad, la suspensión de la ejecución de la obra o actividad denunciada, cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico, casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus

componentes, o la salud pública o afectaciones graves al ambiente, independientemente de las sanciones administrativas que en su caso procedan, en los términos del Reglamento.

CAPÍTULO VI (DEL REGISTRO DE LOS PRESTADORES DE SERVICIOS CONSISTENTES EN LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL)

ARTICULO 43.- La Secretaría establecerá un registro nacional al que deberán inscribirse los prestadores de servicios que realicen estudios de impacto ambiental.

Los interesados en inscribirse en el registro a que se refiere el párrafo anterior presentarán ante la Secretaría una solicitud con la información y documentos siguientes:

- I.- Nombre, nacionalidad y domicilio del solicitante;
- II.- Los documentos que acrediten la experiencia y capacidad técnica del interesado para la realización de estudios de impacto ambiental, y
- III.- Los demás documentos e información que en su caso requiera la Secretaría.

La Secretaría podrá practicar las investigaciones necesarias para verificar la capacidad y aptitud de los prestadores de servicios para realizar las manifestaciones de impacto ambiental que establecen la Ley y el Reglamento.

ARTICULO 44.- Recibida la solicitud a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría, en un plazo que no excederá de quince días hábiles contados a partir de la fecha en que se presente la solicitud, resolverá sobre la inscripción en el registro del prestador de servicios de que se trate.

ARTICULO 45.- La Secretaría podrá cancelar el registro de los prestadores de servicios que realicen estudios de impacto ambiental por cualesquiera de las siguientes causas:

- I.- Por haber proporcionado información falsa o notoriamente incorrecta para su inscripción en el registro nacional de prestadores de servicios en materia de impacto ambiental;
- II.- Por incluir información falsa o incorrecta en los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que realicen.
- III.- Por presentar de tal manera la información de las manifestaciones o

estudios de impacto ambiental que realicen, que se induzca a autoridad competente a error o a incorrecta apreciación en la evaluación correspondiente, y

IV.- Por haber perdido la capacidad técnica que dio origen a su inscripción.

ARTICULO 46.- Se requerirá que el prestador de servicios esté inscrito en el registro nacional correspondiente para que la Secretaría reconozca validez y evalúe los estudios y manifestaciones de impacto ambiental que formulen.

CAPÍTULO VII (MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD Y SANCIONES)

ARTICULO 47.- Las infracciones de carácter administrativo a los preceptos de la Ley y el Reglamento, serán sancionadas por la Secretaría en asuntos de competencia federal conforme a lo que establece el Reglamento, con una o más de las siguientes sanciones:

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

II.- Clausura temporal o definitiva, parcial o total;

III.- Suspensión o revocación de la autorización en materia de impacto ambiental, otorgada para la realización de una obra o actividad de las previstas en los artículos 5o. y 36 del Reglamento, y

IV.- Arresto administrativo hasta por treinta y seis horas.

Si una vez impuestas las sanciones a que se refieren los párrafos anteriores, y vencido el plazo, en su caso, concedido para subsanar la o las infracciones cometidas, resultare que dicha infracción o infracciones aún subsistieran, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas que en estos casos se impongan, excedan de veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción.

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

En los casos en que el infractor solucionare la causa que dio origen al desequilibrio ecológico o deterioro al ambiente, la Secretaría podrá modificar o revocar la sanción impuesta.

ARTICULO 48.- La Secretaría podrá realizar los actos de inspección y vigilancia necesarios para verificar la debida observancia del Reglamento, así como de las restricciones de protección ecológica o las medidas derivadas de dictámenes generales de impacto ambiental que hubiere emitido, y que se encontraren vigentes en las áreas o zonas en donde se

lleven a cabo aprovechamientos forestales. Para los efectos establecidos en este artículo, la Secretaría estará a lo que dispongan los ordenamientos contenidos en el Título Sexto de la Ley.

ARTICULO 49.- Cuando por cualquier causa no se lleve a cabo una obra o actividad en los términos de la autorización otorgada en materia de impacto ambiental, la Secretaría ordenará o solicitará en su caso y para los efectos del artículo 172 de la Ley, la suspensión de la ejecución de la obra o de la realización de la actividad de que se trate, y procederá a evaluar las causas y consecuencias del incumplimiento a fin de, en su caso, imponer las sanciones administrativas que correspondan, sin perjuicio de otras acciones legales que procedan.

ARTICULO 50.- El incumplimiento de las restricciones de protección ecológica emitidas por la Secretaría, y que se hubieren incorporado a los permisos de aprovechamiento forestal correspondientes, se sancionará en los términos de la Ley Forestal y su Reglamento, con la suspensión o revocación del permiso de que se trate, que llevará a cabo la autoridad forestal competente a solicitud de la Secretaría.

ARTICULO 51.- Las infracciones en asuntos de competencia de las entidades federativas y de los municipios, serán sancionadas administrativamente por las autoridades estatales, municipales o del Distrito Federal dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales, conforme a lo dispuesto por los ordenamientos locales aplicables.

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.- El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

ARTICULO SEGUNDO.- Los procedimientos y recursos administrativos que estuvieren en curso al entrar en vigor el Reglamento, se continuarán conforme a las disposiciones que les dieron origen.

ARTICULO TERCERO.- Hasta en tanto la Secretaría expida los instructivos a que se refiere el presente Reglamento, los interesados en llevar a cabo procedimientos conforme al mismo, presentarán por escrito además de la información que en este ordenamiento se señale la que en su oportunidad

les requiera la Secretaría.

Presentada la manifestación de impacto ambiental y, en su caso, satisfechos los requerimientos de información que hubiere efectuado, la Secretaría procederá a la evaluación correspondiente. En la resolución que formule, identificará y evaluará los impactos ambientales adversos que se ocasionen y señalará las medidas preventivas y correctivas que deban llevarse a cabo para reducir y abatir tales impactos.

ARTICULO CUARTO.- Cuando se estén llevando a cabo aprovechamientos forestales de bosques y selvas tropicales y especies forestales de difícil regeneración, en los que a juicio de la Secretaría exista un riesgo inminente de daños a los ecosistemas conforme a lo previsto por la fracción VII del artículo 29 de la Ley, dicha Secretaría requerirá a los titulares de los permisos o autorizaciones de aprovechamiento de que se trate, para que en un plazo no mayor de quince días hábiles a partir de la fecha en que surta efectos la notificación correspondiente, le presenten una manifestación de impacto ambiental en su modalidad general respecto del aprovechamiento correspondiente.

Presentada la manifestación de impacto ambiental y, en su caso, satisfechos los requerimientos de información que hubiere formulado, la Secretaría procederá a la evaluación correspondiente. En la resolución que formule, identificará y evaluará los impactos ambientales adversos que en forma inminente se vayan a ocasionar y señalará las medidas preventivas y correctivas que deban llevarse a cabo para evitar tales impactos, pudiendo solicitar ante las autoridades forestales competentes la revocación, modificación o suspensión del permiso de aprovechamiento de que se trate.

ARTICULO QUINTO.- En los casos de obras o actividades que se estén realizando al momento de iniciarse la vigencia del presente ordenamiento, siempre que se trate de las comprendidas en el artículo 5o. del Reglamento y que produzcan desequilibrios ecológicos o rebasen los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas técnicas ecológicas emitidos para proteger al ambiente, la Secretaría podrá requerir a quienes pertenezcan o las lleven a cabo, para que presenten una manifestación de impacto ambiental en su modalidad general, dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles a partir de la notificación del requerimiento respectivo.

Presentada la manifestación de impacto ambiental y, en su caso, satisfechos los requerimientos de información que hubiere efectuado, la Secretaría procederá a la evaluación correspondiente. En la resolución que formule, identificará y evaluará los impactos ambientales adversos que se ocasionen y señalará las medidas preventivas y correctivas que deban llevarse a cabo para reducir y abatir tales impactos.

ARTICULO SEXTO.- Hasta en tanto las legislaturas locales dicten las leyes y, en su caso, los ayuntamientos las ordenanzas, reglamentos y bandos de policía y buen gobierno, para regular el impacto ambiental respecto de obras o actividades que conforme a la Ley son de competencia de Estados y Municipios, corresponderá a la Federación aplicar el Reglamento en el ámbito local, coordinándose para ello con las autoridades estatales y, con su participación, con los municipios que corresponda, según el caso.

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos³

CAPÍTULO I (DISPOSICIONES GENERALES)

ARTICULO 1o.- El presente Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a residuos peligrosos.

ARTICULO 2o.- La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del propio Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán participar como auxiliares de la Federación en la aplicación del presente Reglamento, en los términos de los instrumentos de coordinación correspondientes.

ARTICULO 3o.- Para efectos de este Reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

Almacenamiento: Acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos.

Confinamiento controlado: Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos, que garantice su aislamiento definitivo.

Confinamiento en formaciones geológicas estables: Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos en estructuras naturales impermeables, que garanticen su aislamiento definitivo.

Contenedor: Caja o cilindro móvil, en el que se depositan para su transporte residuos peligrosos.

Degradación: Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

Disposición final: Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños al ambiente.

Envasado: Acción de introducir un residuo peligroso en un recipiente, para evitar su dispersión o evaporación, así como facilitar su manejo.

Empresa de servicios de manejo: Persona física o moral que preste servicios para realizar cualquiera de las operaciones comprendidas en el manejo de residuos peligrosos.

Generación: Acción de producir residuos peligrosos.

Generador: Persona física o moral que como resultado de sus actividades produzca residuos peligrosos.

Incineración: Método de tratamiento que consiste en la oxidación de los residuos, vía combustión controlada.

Jales: Residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales.

Ley: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Lixiviado: Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.

Manifiesto: Documento oficial, por el que el generador mantiene un estricto control sobre el transporte y destino de sus residuos peligrosos dentro del territorio nacional.

Presa de jales: Obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de jales.

Reciclaje: Método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos.

Recolección: Acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reuso, o a

los sitios para su disposición final.

Reglamento: El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos.

Residuo incompatible: Aquel que al entrar en contacto o ser mezclado con otro reacciona produciendo calor o presión, fuego o evaporación; o, partículas, gases o vapores peligrosos; pudiendo ser esta reacción violenta.

Reuso: Proceso de utilización de los residuos peligrosos que ya han sido tratados y que se aplicarán a un nuevo proceso de transformación o de cualquier otro.

Secretaría: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

Tratamiento: Acción de transformar los residuos, por medio del cual se cambian sus características.

ARTICULO 4o.- Compete a la Secretaría:

I.- Determinar y publicar en el Diario Oficial de la Federación los listados de residuos peligrosos, así como sus actualizaciones, en los términos de la Ley;

II.- Expedir las normas técnicas ecológicas y procedimientos para el manejo de los residuos materia de este Reglamento, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, y de Agricultura y Recursos Hidráulicos;

III.- Controlar el manejo de los residuos peligrosos que se generan en las[®] operaciones y procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, y de servicios;

IV.- Autorizar la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos;

V.- Evaluar el impacto ambiental de los proyectos sobre instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos y resolver sobre su autorización;

VI.- Autorizar al generador y a las empresas de servicios de manejo, para la realización de cualquiera de las operaciones de manejo de residuos peligrosos;

VII.- Autorizar la importación y exportación de residuos peligrosos, sin

perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes;

VIII.- Expedir los instructivos, formatos y manuales necesarios para el cumplimiento del presente Reglamento;

IX.- Fomentar y coadyuvar al establecimiento de plantas de tratamiento a que hace referencia este Reglamento y de sus líneas de comercialización, así como de empresas que establezcan plantas de reciclaje de residuos peligrosos generados en el país.

X.- Autorizar la construcción y operación de instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de los residuos.

XI.- Establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos materia del presente Reglamento.

XII.- Fomentar que las asociaciones y colegios de profesionales, cámaras industriales y de comercio y otros organismos afines, promuevan actividades que orienten a sus miembros, en materia de prevención y control de la contaminación ambiental originada por el manejo de los residuos de que trata este Reglamento.

XIII.- Promover la participación social en el control de los residuos materia de este Reglamento.

XIV.- Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el uso de tecnologías que reduzcan la generación de residuos peligrosos.

XV.- Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el desarrollo de actividades y procedimientos que coadyuven a un manejo seguro de los residuos materia de este Reglamento y la difusión de tales actividades y procedimientos en los medios masivos de comunicación, y

XVI.- Las demás que le confieren este Reglamento y otras disposiciones legales.

Las atribuciones a que se refiere este artículo se ejercerán sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud, sanidad fitopecuaria y aguas.

ARTICULO 5o.- Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones

del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, el generador de residuos peligrosos, así como las personas físicas o morales, públicas o privadas que manejen, importen o exporten dichos residuos.

ARTICULO 6o.- Para efecto de lo dispuesto en el artículo anterior, las personas físicas o morales, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos, están obligadas a determinar si éstos son peligrosos.

Para la determinación de residuos peligrosos, deberán realizarse las pruebas y el análisis necesarios conforme a las normas técnicas ecológicas correspondientes, y se estará al listado de residuos peligrosos que expida la Secretaría, previa la opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de la Secretaría de Gobernación.

CAPÍTULO II (DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS)

ARTICULO 7o.- Quienes pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas por las que puedan generarse o manejarse residuos peligrosos, deberán contar con autorización de la Secretaría, en los términos de los artículos 28 y 29 de la Ley.

En la manifestación de impacto ambiental correspondiente, deberán señalarse los residuos peligrosos que vayan a generarse o manejarse con motivo de la obra o actividad de que se trate, así como las cantidades de los mismos.

ARTICULO 8o.- El generador de residuos peligrosos deberá:

- I.- Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la Secretaría;
- II.- Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos;
- III.- Dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;
- IV.- Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas técnicas ecológicas respectivas;
- V.- Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;

VI.- Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas;

VII.- Almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el presente Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;

VIII.- Transportar sus residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas que correspondan.

IX.- Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento y las normas técnicas ecológicas respectivas.

X.- Dar a sus residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el Reglamento y conforme a lo dispuesto por las normas técnicas ecológicas aplicables.

XI.- Remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante dicho período, y

XII.- Las demás previstas en el Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

CAPÍTULO III (DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS)

ARTICULO 9o.- Para los efectos del Reglamento se entiende por manejo, el conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos.

ARTICULO 10.- Se requiere autorización de la Secretaría para instalar y operar sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos, así como para prestar servicios en dichas operaciones sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud y de seguridad e higiene en el trabajo.

ARTICULO 11.- En el caso de instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, previamente a la obtención de la autorización a que se refiere el artículo anterior, el responsable del proyecto de obra respectivo deberá presentar a la Secretaría la manifestación de

impacto ambiental prevista en el artículo 28 de la Ley, de conformidad con el procedimiento señalado en el Reglamento de Impacto Ambiental.

ARTICULO 12.- Las personas autorizadas conforme al artículo 10 de este Reglamento, deberán presentar, previo al inicio de sus operaciones:

I.- Un programa de capacitación del personal responsable del manejo de residuos peligrosos y del equipo relacionado con éste.

II.- Documentación que acredite al responsable técnico, y

III.- Un programa para atención a contingencias.

ARTICULO 13.- El generador podrá contratar los servicios de empresas de manejo de residuos peligrosos, para cualquiera de las operaciones que comprende el manejo. Estas empresas deberán contar con autorización previa de la Secretaría y serán responsables, por lo que toca a la operación de manejo en la que intervengan, del cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas que de él se deriven.

ARTICULO 14.- Para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos, el generador deberá envasarlos de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad, y tomando en consideración su incompatibilidad con otros residuos en su caso, en envases:

I.- Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad previstas en las normas técnicas ecológicas correspondientes, necesarias para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran ninguna pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo, y

II.- Identificados, en los términos de las normas técnicas ecológicas correspondientes, con el nombre y características del residuo.

ARTICULO 15.- Las áreas de almacenamiento deberán reunir como mínimo, las siguientes condiciones:

I.- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.

II.- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.

III.- Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados.

IV.- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado.

V.- Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicas o manuales, así como el

movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia.

VI.- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 kg/cm² durante 15 minutos, y

VII.- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la Peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

ARTICULO 16.- Además de lo dispuesto en el artículo anterior, las áreas de almacenamiento cerradas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

I.- No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;

II.- Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;

III.- Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora, y

IV.- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.

ARTICULO 17.- Además de lo dispuesto en el artículo 15, las áreas abiertas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

I.- No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5.

II.- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados.

III.- Contar con pararrayos, y

IV.- Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.

ARTICULO 18.- En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados.

ARTICULO 19.- Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

I.- Incompatibles en los términos de la norma técnica ecológica correspondiente.

II.- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento, y

III.- En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los artículos 15 y 16 del Reglamento.

ARTICULO 20.- Queda exceptuado de lo dispuesto en los artículos 15, 16, 17, 18 y 19 fracción III, el almacenamiento de jales. Estos residuos deberán almacenarse conforme a lo que dispongan las normas técnicas ecológicas correspondientes.

ARTICULO 21.- Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento deberán quedar registrados en una bitácora. En la bitácora se debe indicar fecha del movimiento, origen y destino del residuo peligroso.

ARTICULO 22.- La recolección de residuos peligrosos fuera de las instalaciones donde se generen o manejen, así como el transporte de los mismos, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas, que al efecto se expidan.

ARTICULO 23.- Para transportar residuos peligrosos a cualquiera de las instalaciones de tratamiento o de disposición final, el generador deberá adquirir de la Secretaría, previo el pago de los derechos que correspondan por ese concepto, los formatos de manifiesto que requiera para el transporte de sus residuos.

Por cada volumen de transporte, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado, y dos copias del mismo.

El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario, junto con una copia de éste, en el momento en que le entregue

los residuos peligrosos para su tratamiento o disposición final.

El destinatario de los residuos peligrosos conservará la copia del manifiesto que le entregue el transportista, para su archivo, y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al generador.

El original del manifiesto y las copias del mismo, deberán ser conservadas

por el generador, por el transportista y por el destinatario de los residuos peligrosos, respectivamente, conforme a lo siguiente:

I.- Durante diez años en el caso del generador, contados a partir del momento en el que el destinatario entregue al primero el original del manifiesto;

II.- Durante cinco años en el caso del transportista, contados a partir de la fecha en que hubiere entregado los residuos peligrosos al destinatario, y

III.- Durante diez años en el caso del destinatario, contados a partir de la fecha en que hubiere recibido los residuos peligrosos para su disposición final.

En el caso de la fracción III, una vez transcurrido el plazo señalado, el destinatario deberá remitir a la Secretaría la documentación, en la forma en que ésta determine.

El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras de terminaciones de residuos peligrosos durante diez años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final.

ARTICULO 24.- Si transcurrido un plazo de 30 días naturales contados a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo correspondiente reciba los residuos peligrosos para su transporte, el generador no recibe copia del manifiesto debidamente firmado por el destinatario de los mismos, el generador deberá informar a la Secretaría de este hecho, para que dicha dependencia determine las medidas que procedan.

ARTICULO 25.- El transportista y el destinatario de los residuos peligrosos deberán entregar a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los residuos que hubiesen recibido durante dicho periodo para su transporte o para su disposición final, según sea el caso.

ARTICULO 26.- Cuando para el transporte de residuos peligrosos, el generador contrate a una empresa de servicios de manejo, el transportista contratado estará obligado a:

I.- Contar con autorización de la Secretaría.

II.- Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse.

III.- Firmar el original del manifiesto que le entregue el generador, y recibir de este último las dos copias del manifiesto que correspondan.

IV.- Verificar que los residuos peligrosos que le entregue el generador, se encuentren correctamente envasados e identificados en los términos de las normas técnicas ecológicas correspondientes.

V.- Sujetarse a las disposiciones sobre seguridad e higiene en el trabajo que correspondan, así como a las que resulten aplicables en materia de tránsito y de comunicaciones y transportes, y

VI.- Remitir a la Secretaría un informe semestral sobre los residuos peligrosos recibidos para transporte durante dicho período.

ARTICULO 27.- Sin perjuicio de las autorizaciones que corresponda otorgar a otras autoridades competentes, los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos deberán contar con registro de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y reunir los requisitos que para este tipo de vehículos determine dicha dependencia.

Una vez registrados los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, éstos sólo podrán usarse para dicho fin, con excepción de barcos y de vehículos terrestres, como tractocamiones, que no entren en contacto directo con los residuos peligrosos, por tener como única función la de arrastrar contenedores.

ARTICULO 28.- Queda prohibido el transporte de residuos peligrosos por vía aérea.

ARTICULO 29.- Quienes recolecten y transporten residuos peligrosos, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias en materia de tránsito, salud y comunicaciones y transportes, están obligados a lo siguiente:

I.- Observar los programas de mantenimiento del equipo, y

II.- Contar con el equipo de protección personal para los operarios de los vehículos, de acuerdo al tipo de residuos que se transporte.

ARTICULO 30.- Cuando sea necesario dar tratamiento previo a un residuo peligroso para su disposición final, éste deberá tratarse de acuerdo a los métodos previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

ARTICULO 31.- La disposición final de residuos peligrosos se sujetará a lo previsto en este Reglamento y a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan. Los sistemas para la disposición final de residuos peligrosos son:

I.- Confinamientos controlados.

II.- Confinamientos en formaciones geológicas estables, y

III.- Receptores de agroquímicos.

Los receptores de agroquímicos sólo podrán confinar residuos de agroquímicos o sus envases.

ARTICULO 32.- La selección del sitio, así como el diseño y construcción de confinamientos controlados y de receptores de agroquímicos deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

La localización y selección de sitios para confinamientos en formaciones geológicas estables, deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas correspondientes.

El proyecto para la construcción de un confinamiento controlado deberá comprender como mínimo lo siguiente:

I.- Celdas de confinamiento;

II.- Obras complementarias; y en su caso,

III.- Celdas de tratamiento.

El diseño y construcción de las celdas de confinamiento y de tratamiento, así como la construcción de las obras complementarias, se sujetarán a las normas técnicas ecológicas correspondientes.

ARTICULO 33.- La operación de los confinamientos controlados y de las celdas de confinamiento y de tratamiento a que se refieren las fracciones I y III del artículo anterior, así como la operación de los confinamientos en formaciones geológicas estables y de los receptores de agroquímicos, se sujetarán a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

ARTICULO 34.- Una vez depositados los residuos peligrosos bajo alguno de los sistemas a que se refiere el artículo 31, el generador y, en su caso, la empresa de servicios de manejo contratada para la disposición final de residuos peligrosos, deberán presentar a la Secretaría un reporte mensual con la siguiente información:

- I.- Cantidad, volumen y naturaleza de los residuos peligrosos depositados;
- II.- Fecha de disposición final de los residuos peligrosos;
- III.- Ubicación del sitio de disposición final, y
- IV.- Sistemas de disposición final utilizado para cada tipo de residuo.

ARTICULO 35.- Los lixiviados que se originen en las celdas de confinamiento o de tratamiento de un confinamiento controlado, deberán recolectarse y tratarse para evitar la contaminación del ambiente y el deterioro de los ecosistemas.

Los métodos para su recolección y tratamiento deberán ajustarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

ARTICULO 36.- La disposición final de los residuos peligrosos generados en la industria minera se efectuará en presas de jales y de conformidad con lo dispuesto en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

Las presas de jales podrán ubicarse en el lugar en que se originen o generen dichos residuos, excepto arriba de poblaciones o de cuerpos receptores ubicados a una distancia menor de 25 kilómetros que pudieran resultar afectados.

ARTICULO 37.- Ningún residuo que hubiere sido depositado en alguno de los sistemas de disposición final previstos en el Reglamento deberá salir de éste, excepto cuando hubieren sido depositados temporalmente con motivo de una emergencia.

ARTICULO 38.- El manejo de los bifenilos policlorados deberá sujetarse a lo dispuesto en el Reglamento y a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

ARTICULO 39.- Se prohíbe la disposición final de bifenilos policlorados, o de residuos que los contengan, en confinamientos controlados y en cualquier otro sitio.

Estos residuos sólo podrán destruirse de acuerdo con las normas técnicas ecológicas correspondientes, bajo cualquiera de los siguientes métodos:

- I.- Químicos catalíticos, en el caso de residuos con bajas concentraciones, y

II.- Incineración, tratándose de residuos que contengan cualquier concentración.

ARTICULO 40.- Cuando por su peligrosidad la Secretaría determine que ciertos residuos no deben depositarse en ninguno de los sitios a que se refiere el Reglamento. éstos deberán tratarse en los términos previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

ARTICULO 41.- Cuando los productos de origen industrial o de uso farmacéutico en cuyos envases se precise fecha de caducidad, no sean sometidos a procesos de rehabilitación o generación una vez que hubieren caducado serán considerados residuos peligrosos, en cuyo caso los fabricantes y distribuidores de dichos productos serán responsables de que su manejo se efectúe de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

ARTICULO 42.- Cuando por cualquier causa se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de residuos peligrosos, durante cualesquiera de las operaciones que comprende su manejo, el generador y, en su caso, la empresa que preste el servicio, deberá dar aviso inmediato de los hechos a la Secretaría; aviso que deberá ser ratificado por escrito dentro de los tres días siguientes al día en que ocurran los hechos, para que dicha dependencia esté en posibilidad de dictar o en su caso promover ante las autoridades competentes, la aplicación de las medidas de seguridad que procedan, sin perjuicio de las medidas que las mismas autoridades apliquen en el ámbito de sus competencias.

El aviso por escrito a que se refiere el párrafo anterior deberá comprender: [®]

I.- Identificación, domicilio y teléfonos de los propietarios, tenedores administradores o encargados de los residuos peligrosos de que se trate.

II.- Localización y características del sitio donde ocurrió el accidente.

III.- Causas que motivaron el derrame, infiltración, descarga o vertido.

IV.- Descripción precisa de las características fisicoquímicas y toxicológicas, así como cantidad de los residuos peligrosos derramados, infiltrados, descargados o vertidos.

V.- Acciones realizadas para la atención del accidente.

VI.- Medidas adoptadas para la limpieza y restauración de la zona afectada, y

VII.- Posibles daños causados a los ecosistemas.

CAPÍTULO IV (DE LA IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS)

ARTICULO 43.- Sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes, la importación y exportación de los residuos determinados peligrosos en los términos de la Ley y de este Reglamento, requiere de autorización de la Secretaría, la cual estará facultada para intervenir en los puertos territoriales, marítimos y aéreos y, en general, en cualquier parte del territorio nacional, con el objeto de controlar los residuos peligrosos importados o a exportarse, así como para dictar y aplicar las medidas de seguridad que correspondan, tendientes a evitar la contaminación del ambiente y el deterioro de los ecosistemas.

ARTICULO 44.- La autorización a que se refiere el artículo anterior se otorgará para cada volumen de importación o exportación de residuos peligrosos. En ella deberán indicarse los puertos terrestres, marítimos o aéreos por los que se permitirán dichas actividades, así como el tipo de transporte. Dicha autorización se otorgará en un término máximo de 5 días después de recibida de conformidad la solicitud.

ARTICULO 45.- La solicitud para obtener la autorización de importación o exportación de residuos peligrosos deberá presentarse dentro de los 45 días hábiles anteriores a la fecha en que se pretenda realizar la operación de importación o exportación cuando se trate de la primera operación y 5 días hábiles en lo sucesivo, cuando se trate de un mismo residuo y deberá contener los siguientes datos y anexos:

I.- Nombre, denominación o razón social y domicilio de quien pretenda importar los residuos.

II.- Nombre, denominación o razón social y domicilio del exportador de los residuos peligrosos y del propietario de los mismos.

III.- Nombre, denominación o razón social y domicilio del o de los transportistas y los datos de identificación de los vehículos a ser utilizados, incluyendo el modo de transportación y el tipo de contenedor a utilizar.

IV.- Nombre, denominación o razón social y domicilio del destinatario de los residuos peligrosos, lugar donde se les procesará, diagrama de flujo y descripción del proceso de reciclaje o reuso que se les dará y utilización lícita de la que serán objeto.

V.- Lista, composición y cantidad detallada de los residuos peligrosos que se pretenda importar o exportar.

VI.- Lugar de partida y destino de los transportes a utilizar y ruta que seguirá.

VII.- Puerto terrestre, marítimo o aéreo por donde se solicita el ingreso o salida de los residuos peligrosos, en los casos de importación o exportación respectivamente;

VIII.- Certificación de las autoridades competentes del país de procedencia, que indique el grado de peligrosidad de los residuos y los requisitos a cuyo cumplimiento se sujetará la autorización de exportación otorgada por las autoridades de dicho país y las medidas de protección.

IX.- Copia de la documentación en trámite para obtener la autorización del país de destino, en caso de exportación de los residuos peligrosos o la de origen cuando se trate de importación, traducida al español y debidamente certificada o legalizada.

X.- Descripción del proceso de generación de los residuos peligrosos y características del residuo que queda después del reciclaje.

XI.- Relación detallada de otras autorizaciones, permisos o requisitos que estén tramitando o hayan de ser satisfechos ante otras autoridades nacionales competentes, en cumplimiento de otras leyes, reglamentos o disposiciones aplicables a la importación o exportación de que se trate, y

XII.- Descripción de las medidas de emergencia que se tomarán en el caso de derrames en tránsito.

ARTICULO 46.- La persona física o moral que obtenga la autorización para importar o exportar residuos peligrosos, deberá estar domiciliada en el país y sujetarse a las disposiciones aplicables.

ARTICULO 47.- Previamente al otorgamiento de la autorización, la Secretaría fijará el monto y vigencia de las fianzas, depósitos o seguros tanto nacionales como en el extranjero, que el solicitante deberá otorgar para garantizar el cumplimiento de los términos y condiciones de la propia autorización y de las leyes, reglamentos y demás disposiciones aplicables, así como para la reparación de los daños que pudieran causarse aun en el extranjero, a fin de que los afectados reciban la reparación que les corresponda.

ARTICULO 48.- Las autoridades nacionales que deban intervenir en el otorgamiento de permisos o autorizaciones en relación con la importación o exportación de residuos peligrosos, requerirán la previa presentación de la autorización de la Secretaría a que se refiere este capítulo, la cual tendrá obligación de exhibir el solicitante de dichos permisos o autorizaciones.

ARTICULO 49.- La autorización que conceda la Secretaría tendrá una vigencia de 90 días naturales a partir de su otorgamiento. Dicha vigencia podrá ser prorrogada si a su juicio de la Secretaría existen motivos para ello.

Una vez efectuada la operación de importación o exportación respectiva, deberá notificarse a la Secretaría, dentro de los 15 días naturales siguientes a la fecha en que se hubiere realizado.

ARTICULO 50.- Queda prohibida la importación o exportación de los residuos peligrosos por la vía postal, en los términos del artículo 15 fracción II de la Ley del Servicio Postal Mexicano.

ARTICULO 51.- No se concederá autorización, para el tránsito de residuos peligrosos por el territorio nacional, provenientes del extranjero y con destino a un tercer Estado, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del Estado receptor, lo que deberá comprobarse al tramitarse la solicitud para el tránsito respectivo, y siempre que exista reciprocidad con el Estado de que se trate.

ARTICULO 52.- Sólo se concederá la autorización para la importación de residuos peligrosos cuando tenga por objeto su reciclaje o reuso en el territorio nacional, en los términos de lo dispuesto por este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas.

ARTICULO 53.- No se concederá autorización para la exportación de residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final en el extranjero, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del Estado receptor, lo que deberá comprobarse al tramitarse la solicitud para la exportación respectiva.

Asimismo, no se concederá autorización para la importación de residuos peligrosos, cuyo único objeto sea su disposición final en el territorio nacional.

ARTICULO 54.- Aun cuando se cumplan los requisitos de la solicitud, la Secretaría podrá negar la autorización si considera que los residuos peligrosos por ningún motivo deben ser importados o exportados, por el alto riesgo que implica su manejo para el ambiente y los ecosistemas.

ARTICULO 55.- Los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación y elaboración bajo régimen de maquila en los que utilicen materia prima introducida al país bajo régimen de importación temporal, deberán ser retornados al país de procedencia.

ARTICULO 56.- Las autorizaciones podrán ser revocadas por la Secretaría, sin perjuicio de la imposición de la sanción que corresponda, en los

siguientes casos:

I.- Cuando por causas supervenientes, se compruebe que los residuos autorizados, constituyen mayor riesgo o daño al ambiente, o deterioro a los ecosistemas, que los que se tuvieron en cuenta para otorgar la autorización;

II.- Cuando la operación de importación o exportación exceda o incumpla los requisitos fijados en la autorización respectiva.

III.- Cuando los residuos peligrosos ya no posean los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados, y

IV.- Cuando se determine que la solicitud contenía datos falsos o engañosos.

ARTICULO 57.- Al que sin contar con la autorización de importación de la Secretaría, introduzca en el territorio nacional residuos peligrosos estará obligado, sin perjuicio de las sanciones que procedan, a retornarlos al país de origen.

CAPÍTULO V (DE LAS MEDIDAS DE CONTROL DE SEGURIDAD Y SANCIONES)

ARTICULO 58.- Las infracciones de carácter administrativo a los preceptos de la Ley y del Reglamento serán sancionadas por la Secretaría, con una o más de las siguientes sanciones:

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

II.- Clausura temporal o definitiva parcial o total, cuando conociéndose la peligrosidad de un residuo peligroso, en forma dolosa no se de a éste el manejo previsto por el Reglamento y las normas técnicas ecológicas correspondientes, y

III.- Arresto administrativo hasta por 36 horas.

ARTICULO 59.- Independientemente de las sanciones que procedan de conformidad con lo que dispone el artículo anterior, la Secretaría podrá revocar las autorizaciones que hubiera concedido, en los términos del presente Reglamento.

ARTICULO 60.- Si una vez impuestas las sanciones a que se refieren los artículos anteriores y vencido el plazo en su caso concedido para subsanar la o las infracciones cometidas, resultare que dicha infracción o infracciones aún subsistieran, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin

obedecer el mandato, sin que el total de las multas que en estos casos se impongan, excedan de veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción.

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

En los casos en que el infractor solucionare la causa que dio origen al desequilibrio ecológico o deterioro al ambiente, la Secretaría podrá modificar o revocar la sanción impuesta.

Para efecto de lo dispuesto en el presente Reglamento se entiende por reincidencia la acción de incurrir dos veces en un mismo año, en alguna de las infracciones a los preceptos del Reglamento.

ARTICULO 61.- La Secretaría podrá realizar los actos de inspección y vigilancia necesarios para verificar la debida observancia del Reglamento. Para los efectos establecidos en este artículo, la Secretaría estará a lo que establezcan las disposiciones contenidas en el Título Sexto de la Ley.

ARTICULO 62.- Cuando por infracciones a las disposiciones de la Ley y del Reglamento se hubieren ocasionado daños o perjuicios, el o los interesados podrán solicitar a la Secretaría la formulación de un dictamen técnico al respecto.

ARTICULO 63.- Toda persona podrá denunciar ante la Secretaría o ante otras autoridades federales o locales según su competencia, todo hecho, acto u omisión de competencia de la Federación, que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la Ley del Reglamento.

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.- El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

ARTICULO SEGUNDO.- Se deroga el Decreto relativo a la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos que por su naturaleza pueden causar daños al medio ambiente o a la propiedad o constituyen un riesgo a la salud o bienestar públicos, expedido el 16 de enero de 1986 y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 19 de enero de 1987, por lo que respecta a los residuos peligrosos, así como las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por el presente Reglamento.

ARTICULO TERCERO.- Se concede un plazo de seis meses, contados a partir de la fecha en que entre en vigor el presente Reglamento, para que las personas físicas o morales que a esa fecha se encuentren generando residuos, cumplan con los requisitos y presenten las solicitudes de autorización, los proyectos y los programas exigidos en el mismo.

Dentro de dicho plazo deberán presentarse, además, un inventario sobre el volumen, características y procesos de generación de sus residuos peligrosos.

ARTICULO CUARTO.- La Secretaría deberá emitir los formatos, instructivos y manuales necesarios para la aplicación del presente Reglamento, en un plazo de cinco meses a partir de la fecha en que éste entre en vigor.

Glosario de Términos y Acrónimos

Atenuación natural.- Degradación natural de los contaminantes por acción de la microflora nativa que se desarrolla en un sitio contaminado.

Base seca.- Pérdida por secado. Diferencia de peso de la muestra original y la muestra calentada al punto de ebullición del agua (de acuerdo a la presión atmosférica del lugar donde se realice la prueba), eliminándose por consecuencia todo material de punto de ebullición igual o por debajo del punto de ebullición del agua. Peso de la muestra menos su contenido de agua determinado por el método de Karl Fischer.

BTEX.- Mezcla de los hidrocarburos monoaromáticos: Benceno, Tolueno, Etilbenceno y derivados orto-, meta- y para- del Xileno. ®

CENICA.- El Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental.

CI's.- Criterios Interinos de restauración de suelos contaminados.

CIT's.- Compuestos Inorgánicos Tóxicos

Criterio de limpieza.- Concentración límite permisible de un compuesto contaminante en alguno de los elementos del ambiente suelo, agua ó aire. Representa el riesgo aceptable para un sitio restaurado.

Compuestos Inorgánicos.- Unión de varios elementos químicos que puede encontrarse en el ambiente de manera natural y cuya molécula no incluye al Carbono (C) como elemento constitutivo con excepción de algunos carbonatos, bicarbonatos, anhídridos y sulfuro de carbono.

Compuestos orgánicos.- Sustancias naturales o sintéticas cuya composición se encuentra principalmente constituida por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y azufre (S).

Evaluación de riesgo.- Proceso sistemático para describir y cuantificar los riesgos asociados a sustancias, procesos, acciones o eventos peligrosos.

GDT.- El Grupo de Trabajo sobre restauración de Suelos Contaminados.

HC's.- Hidrocarburos.

Hidrocarburos base diesel.- Hidrocarburos extraíbles con Cloruro de Metileno, presentes en suelos contaminados con combustibles destilados, cuyo perfil cromatográfico es similar al del diesel.

Hidrocarburos base gasolina.- Hidrocarburos extraíbles con Cloruro de Metileno, presentes en suelos contaminados con combustibles destilados, cuyo perfil cromatográfico es similar al de la gasolina.

Hidrocarburos monoaromáticos.- Representados por benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos. Son constituyentes típicos de las gasolinas. Su estructura química básica consiste de un anillo de seis átomos de carbono con tres dobles ligaduras lo que le da el carácter de aromaticidad. El compuesto más sencillo es el benceno, en el que cada átomo de carbono está unido a un átomo de hidrógeno. Los derivados del benceno se van formando de acuerdo a los sustituyentes de los átomos de hidrógeno que son cadenas alifáticas generalmente cortas, un grupo metil para el tolueno y los tres isómeros del xileno, y un grupo etil para el etilbenceno.

Hidrocarburos polinucleoaromáticos (HPNA).- También son llamados aromáticos polinucleares (HPN) ó simplemente poliaromáticos (HPA). Son constituyentes típicos del diesel y otros productos más pesados que éste. La estructura química básica consiste de 2 a 5 anillos aromáticos con diferentes arreglos moleculares. Los compuestos más comunes son naftaleno, acenafteno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, pireno, benzoantraceno, benzofluoranteno, benzopireno y criseno.

Hidrocarburos recuperables.- Hidrocarburos de alto peso molecular extraíbles con hexano, presentes en suelos contaminados con productos pesados del petróleo como son: petróleo crudo, combustóleo, aceites y residuos aceitosos en general.

HTP's.- Hidrocarburos totales del petróleo. Nombre coloquial usado para referirse a los hidrocarburos presentes en un suelo.

INE.- Instituto Nacional de Ecología.

Limpieza.-(ver Restauración).

Metales extraíbles.- Aquellos metales que se encuentran en forma iónica y que fácilmente pueden ser liberados del suelo en presencia de un ácido débil como lo es el ácido acético.

Metales pesados.- Todos los metales cuya densidad es 5 veces mayor a la densidad del agua. Mas apropiadamente Inorgánicos Tóxicos.

Metales totales.- Inorgánicos Tóxicos (Metales Pesados) que se extraen del suelo por digestión con ácido.

Método.- Conjunto de operaciones ordenadas con que se pretende obtener un resultado.

Parámetro indicador.- Compuesto químico o componente típico de un producto contaminante.

Profepa.- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

Pruebas de aptitud técnica.- Es el conjunto de actividades programadas que permite definir la capacidad técnica de laboratorio para producir resultados confiables con una muestra lo mas cercana posible a la realidad. Forma parte de un programa de aseguramiento de calidad. ®

Recuperación.-(ver Restauración).

Regeneración.-(ver Restauración).

Remediación.-(ver Restauración).

Restauración.- Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. Sinónimos: Saneamiento, Limpieza, Rehabilitación, Regeneración, etc. De cualquier forma se entiende como las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del suelo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

Riesgo.- Probabilidad de que ocurra un efecto adverso a escala individual o poblacional por la exposición a una concentración dada o dosis de un agente peligroso.

Saneamiento.- Acciones que se aplican en los sitios contaminados para reducir la concentración de contaminantes y/o eliminar su efecto tóxico hacia el hombre y los elementos del ambiente suelo ó agua. Sinónimos: limpieza, rehabilitación, tratamiento.

Saneamiento en el sitio (“in situ”).- expresión utilizada para referirse a un proceso de saneamiento de suelos que se realiza en el propio lugar donde se encuentra el suelo contaminado, sin que se involucre la excavación del mismo.

Saneamiento sobre el sitio (on site), proceso de saneamiento de suelo cuya operación se realiza arriba ó junto a la superficie contaminada; común en el caso de saneamiento de acuíferos. Implica la excavación del suelo a ser restaurado.

Saneamiento fuera del sitio (“ex-situ”).- cuando el suelo necesita ser excavado y transportado a otro lugar para ser restaurado.

Sistema de Aseguramiento de calidad.- Todas aquellas acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proveer confiabilidad de que un producto o servicio va a satisfacer los requerimientos de calidad ISO 8402 (Quality vocabulary).

Suelo.- Material mineral y orgánico no consolidado que ha sido sujeto a, y muestra efectos de factores y procesos formadores. Un suelo difiere del material del cual ha sido formado en muchas propiedades y características físicas, químicas, biológicas y morfológicas. (SSSA 1996)

Técnica.- Conjunto de procedimientos y métodos de una ciencia

DESCRIPCIÓN GENERAL DE TRABAJOS PARA DETERMINAR LA CARACTERIZACIÓN DE UN SITIO CONTAMINADO

Actividad I.- Información gráfica del entorno.

Se construirá un plano a escala que permita ubicar las principales referencias respetando cada uno de los puntos.

Para conocer las características ambientales así como de servicios, actividades y aspectos socioeconómicos, para contar con la información que sirva de base para la evaluación de los daños ambientales, se llevará a cabo

una descripción del entorno que incluirá la climatología y meteorología, la hidrología superficial y subterránea, la geología local y regional, la geohidrología, la vegetación terrestre y acuática, la fauna terrestre y acuática y los aspectos socioeconómicos.

Actividad II.- Evaluación del sitio por métodos indirectos

Dentro de los términos de referencia se menciona el empleo de un método indirecto ya sea electromagnético, de resistividad, de refracción sísmica o gasometría con el objeto de evaluar el área afectada por derrame en la fuga de los Ductos.

De acuerdo a las características de campo observadas durante la visita realizada se considera que no existen medios de contraste que puedan dar resultados favorables aplicando los métodos electromagnético resistivo o sísmico. No obstante se incluirán **sondeos eléctricos resistivos** a una profundidad de 50 metros con el fin de detectar el posible contraste con la zona afectada. La gasometría se considera como el método más efectivo por lo que se seleccionó para ser aplicado en este trabajo y se describe a continuación.

Descripción del método gasométrico.- El hidrocarburo derramado se infiltró al subsuelo. Parte de este hidrocarburo se encuentra en forma volátil, seguramente a bajo de un metro de profundidad donde los efectos de evaporación no logran volatilizar y hacer que se pierda el mencionado volátil. Una parte del hidrocarburo infiltrado se encontrará absorbido por el suelo y en otra en forma de volátil.

Para detectar la presencia del hidrocarburo en el subsuelo tanto en su fase volátil como adsorbida por el suelo, se programa la perforación de pozos de medición a 2.5 metros de profundidad ubicados sobre una superficie

alrededor de la zona de fuga, donde se considera que se perforarán cuando menos 30 pozos de medición con los que será suficiente para detectar la pluma contaminante.

En cada uno de los puntos de medición se realizarán lecturas de hidrocarburos volátiles y de explosividad a cuando menos dos profundidades, una cerca de la superficie y otra en el interior del pozo.

La metodología recomendada ha presentado resultados favorables en un gran número de sitios estudiados para PEMEX Refinación en la República Mexicana. Adjunto a la presente se muestra ilustraciones que indican las fases volátil, adsorbida y libre en que es común encontrar a los hidrocarburos derramados al subsuelo, así como fotografía y dibujos de las técnicas de

detección y ejemplos de la delimitación de las plumas contaminantes tanto en planta como en sección lo cual permitirá evaluar el área afectada.

Actividad III.- Muestreos y análisis

Perforación de pozos de monitoreo y testigo.- Los resultados obtenidos en la evaluación del área afectada mencionada en el punto anterior, se complementarán con perforación de pozos de monitoreo y dos testigos en los cuales se obtendrán muestras del suelo en la superficie, a un metro, 5 metros y 10 metros de profundidad.

Para la perforación de estos pozos y de acuerdo a la dureza de los materiales en el subsuelo se utilizará una perforadora rotomartillo a fin de alcanzar los 10 metros de profundidad o bien el nivel estático para obtener muestras de suelo en las profundidades mencionadas. En el caso de que el material presente dureza, se utilizará una máquina perforadora especial para obtención de muestras de suelo inalteradas que lleva integrado una broca dentro del "auger". En las figuras adjuntas se muestra un croquis de la perforadora, un dibujo del "auger" para perforación .

Muestreo y caracterización de los contaminantes del suelo y subsuelo.-

Se obtendrán muestras del suelo y subsuelo en cada uno de los pozos de monitoreo y testigo en la superficie, a un metro, 5 y 10 metros de profundidad, utilizando los accesorios adecuados para tal fin, de tal manera que las muestras sean inalterables y los análisis fidedignos. Se tomarán en cuenta para ello todas las especificaciones incluidas en el anexo B-1 punto III. Los análisis se realizarán en laboratorio acreditado y los muestreos con la aprobación de la PROFEPA.

Se realizarán análisis de cromatografía de gases por los métodos recomendados por la GCT de la PROFEPA. En las figuras anexas se presentan ejemplos de resultados de estos tipos de análisis.

Muestreo y caracterización de los contaminantes en agua subterránea.- Se obtendrán muestras de agua subterránea en pozos de los alrededores, las cuales se analizarán por métodos recomendados por el GTD. Los análisis se realizarán en laboratorio acreditado ante SINALP y/o EMA.

Caracterización físico-química y microbacteriológica del sitio. Muestreo y análisis de núcleos de suelo y subsuelo.

Durante la perforación de los pozos se obtendrá material para determinar el perfil estratigráfico y la presencia física de hidrocarburos en cada sondeo, a dos profundidades, para determinar las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo.

Actividad IV.- Simulación de la dispersión de contaminantes en el suelo, subsuelo.

Se aplicará un modelo matemático para simular la dispersión de los contaminantes en la zona vadosa y en el caso de que se obtenga que alcanzan el nivel del agua, la modelación incluirá la dispersión en la zona saturada. Existen varios modelos comerciales. Se adquirirá y aplicará aquel que sea más apropiado de acuerdo a las condiciones del medio. Se hace notar que esta empresa cuenta con software y que ha realizado modelos de dispersión.

Actividad V.- Identificación y evaluación de daños ambientales

Se llevará a cabo una evaluación de las características del entorno (lo existente contra lo realmente afectado), se indentificarán evaluarán y describirán los daños a los recursos naturales y las actividades humanas a causa de la contaminación presente en el sitio.

Actividad VI.- Tecnologías de restauración

Una vez conocida la mancha y tipo de contaminante, así como su distribución y niveles, se indentificarán y describirán las tecnologías susceptibles de ser aplicadas en cada uno de los casos.

Se realizarán pruebas de laboratorio y/o campo de acuerdo a las especificaciones del GDT.

Actividad VII.- Plan de restauración de los sitios

Con los resultados de las pruebas del punto anterior así como de los datos de campo y laboratorio mencionados en las actividades anteriores, se seleccionará una o más metodologías para el saneamiento del sitio de acuerdo a las especificaciones. Esta propuesta será presentada por la PEMEX Refinación a la PROFEPA estatal. Si la propuesta no es autorizada por la PROFEPA se presentará otra metodología de saneamiento. Dentro de este apartado se incluyen todas y cada una de las especificaciones.

Actividad VIII.- Informes

Se elaborará un informe final que describa cada una de las actividades y resultados obtenidos en todos los puntos indicados anteriormente y que incluya memorias de campo, tablas, gráficas, croquis, mapas.

XI.-Para desarrollar un trabajo practico de Caracterización de sitios contaminados por hidrocarburo, en este caso de Diesel se desarrollara de acuerdo a la siguiente Metologia.

XII.- INTRODUCCIÓN

El transporte de combustible por ductos ha demostrado ser la forma más eficiente y barata de distribuir las diferentes mezclas de hidrocarburos a lo largo y ancho del país. En el norte y noreste de México ha sido un sistema muy conveniente para hacer llegar los diversos combustibles a las ciudades. Esta importante actividad tiene implícito un margen de seguridad en la operación de los mismos, que parcialmente permite garantizar la integridad de los ecosistemas y centros de población que se encuentran cercanos al trazo de los poliductos.

Sin embargo, existen condiciones que no pueden controlarse y que provocan fugas del hidrocarburo; tal es el caso de las tomas clandestinas (robos de combustible dentro del derecho de vía de los poliductos). Las fugas de hidrocarburos en los ductos, generan daños importantes en el ambiente al liberarse en el ecosistema, afectando suelo y agua, impidiendo la aireación de los mismos y ocasionando en el suelo, la muerte de los microorganismos edáficos y la pérdida de superficie de suelo útil para usos agrícola, forestal, residencial e industrial. En el caso de los cuerpos de agua, su calidad puede disminuir de tal manera que no es posible aprovecharla, además de que se

Actividad VII.- Plan de restauración de los sitios

Con los resultados de las pruebas del punto anterior así como de los datos de campo y laboratorio mencionados en las actividades anteriores, se seleccionará una o más metodologías para el saneamiento del sitio de acuerdo a las especificaciones. Esta propuesta será presentada por la PEMEX Refinación a la PROFEPA estatal. Si la propuesta no es autorizada por la PROFEPA se presentará otra metodología de saneamiento. Dentro de este apartado se incluyen todas y cada una de las especificaciones.

Actividad VIII.- Informes

Se elaborará un informe final que describa cada una de las actividades y resultados obtenidos en todos los puntos indicados anteriormente y que incluya memorias de campo, tablas, gráficas, croquis, mapas.

XI.-Para desarrollar un trabajo practico de Caracterización de sitios contaminados por hidrocarburo, en este caso de Diesel se desarrollara de acuerdo a la siguiente Metologia.

XII.- INTRODUCCIÓN

El transporte de combustible por ductos ha demostrado ser la forma más eficiente y barata de distribuir las diferentes mezclas de hidrocarburos a lo largo y ancho del país. En el norte y noreste de México ha sido un sistema muy conveniente para hacer llegar los diversos combustibles a las ciudades. Esta importante actividad tiene implícito un margen de seguridad en la operación de los mismos, que parcialmente permite garantizar la integridad de los ecosistemas y centros de población que se encuentran cercanos al trazo de los poliductos.

Sin embargo, existen condiciones que no pueden controlarse y que provocan fugas del hidrocarburo; tal es el caso de las tomas clandestinas (robos de combustible dentro del derecho de vía de los poliductos). Las fugas de hidrocarburos en los ductos, generan daños importantes en el ambiente al liberarse en el ecosistema, afectando suelo y agua, impidiendo la aireación de los mismos y ocasionando en el suelo, la muerte de los microorganismos edáficos y la pérdida de superficie de suelo útil para usos agrícola, forestal, residencial e industrial. En el caso de los cuerpos de agua, su calidad puede disminuir de tal manera que no es posible aprovecharla, además de que se

origina la muerte de los organismos que habitan en ella. Asimismo, algunos de los componentes de los hidrocarburos son volátiles y por tanto durante un derrame se forman vapores que se incorporan a la atmósfera. También los hidrocarburos pueden lixiviar por efecto de la lluvia, pudiendo llegar hacia el manto acuífero, lo que provoca la contaminación de éstos y en consecuencia, en la mayoría de los casos, la pérdida de esta fuente potencial de abastecimiento de agua potable.

Por otra parte, algunos componentes que constituyen a los hidrocarburos pueden ingresar en el organismo del humano por diferentes vías, como son, la cutánea, digestiva y respiratoria. Para algunos de los componentes de los hidrocarburos se han identificado efectos carcinogénicos o teratogénicos. Para estos se han establecido límites de exposición arriba de los cuales existe riesgo de enfermedad por lo que, en ocasiones, es necesario evaluar a las poblaciones cercanas o expuestas a concentraciones altas en hidrocarburos. No obstante, siempre se deberá realizar una evaluación de los daños provocados, para lo que se requiere una caracterización del sitio afectado que proporcione la información necesaria para su rehabilitación, lo que se logra hasta que el sitio es saneado y se comprueba que no existe ningún riesgo para las poblaciones o ecosistemas que se establezcan en la zona donde ocurrió el derrame.

En México, la dependencia a la que le compete establecer las metodologías, normatividades y guías que se deben seguir para realizar los trabajos de caracterización y remediación de sitios contaminados es el Instituto Nacional de Ecología y a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente le corresponde el vigilar que esto se cumpla y establecer los límites de limpieza a la cual se debe llegar para eliminar o minimizar los riesgos a la salud y las afectaciones al ambiente que se pudieran haber generado.

A continuación se describe brevemente las características del poliducto de 10" \varnothing en donde tuvo lugar la fuga.

▪ **Poliducto RNOA 003.**

Este poliducto tiene un diámetro de 10 pulgadas y una longitud de 321 600 metros. Sus puntos de origen y destino son las estaciones de bombeo, respectivamente. De la estación Satélite se bombean, a través de este poliducto los combustibles denominados Pemex Magna, Pemex Premium, Pemex Diesel, hacia la estación de bombeo de Gómez Palacio. De acuerdo con la información proporcionada por PEMEX, el poliducto se construyó en 1960, con una capacidad de transportación de diseño de 1,000 bls/hr. Actualmente transporta un volumen de 24,000 bls/día y la presión máxima de operación es de 60 Kg/cm². El poliducto cuenta con las instalaciones especiales que se resumen en las Tablas 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4.

Tabla 1.1. Cruzamientos del poliducto de 10 pulgadas de diámetro Satélite-Gómez Palacio.

Tipo de cruzamiento	Numero	Observaciones
Caminos/Tipo	19	Cruzamiento con carreteras
Vías F.F.C.C./Tipo	4	Con vías férreas Monterrey - Gómez Palacio
Ríos/ Tipo	20	Con río Nazas y corrientes intermitentes

Fuente: Pemex – Refinación.

Tabla 1.2. Válvulas de seccionamiento del poliducto de 10 pulgadas de diámetro Satélite-Gómez Palacio.

Válvula	Ubicación (Km)	Tamaño	Observaciones
1. Arco Vial	9+582	10 pulgadas	Operación manual
2. Ojo Caliente	39+067	10 pulgadas	Operación manual
3. El Cabrito	53+935	10 pulgadas	Operación manual
4. El Pinto	80+965	10 pulgadas	Operación manual
5. Hipólito	105+965	10 pulgadas	Operación manual
6. El Dorado	128+778	10 pulgadas	Operación manual
7. El Carmen	152+312	10 pulgadas	Operación manual
8. San Rafael	207+545	10 pulgadas	Operación manual
9. Mayrán	235+000	10 pulgadas	Operación manual
10. Bolívar	264+611	10 pulgadas	Operación manual
11. Compuertas	293+814	10 pulgadas	Operación manual

Fuente: Pemex - Refinación.

Tabla 1.3. Estaciones de bombeo del poliducto de 10 pulgadas de diámetro Satélite-Gómez Palacio.

NOMBRE	UBICACION	CONDICION
Satélite	0+000	En operación
Intermedia	8+186	En operación
Cuesta de los Muertos	29+883	En operación

Fuente: Pemex - Refinación.

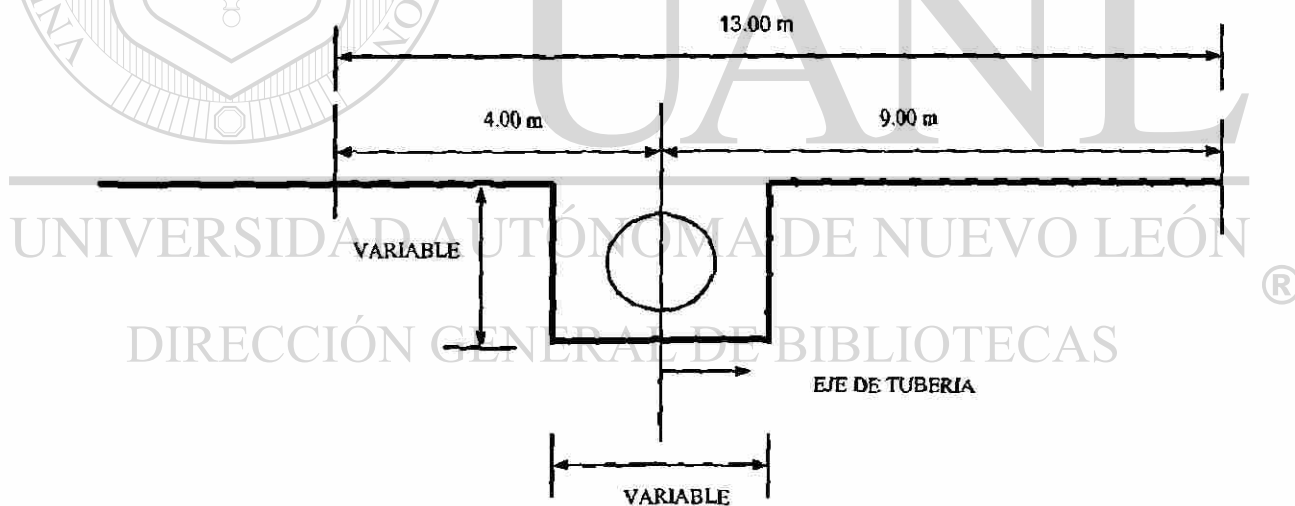
Tabla 1.4. Trampas de diablos del poliducto de 10 pulgadas de diámetro Satélite-Gómez Palacio.

Nombre	Ubicación	Tipo
Satélite	0+000	Envío
Intermedia	8+108	Recibo y envío
Cuesta de los Muertos	30+072	Recibo y envío
Paila	165+165	Recibo y envío
Gómez Palacio	319+571	Recibo

Fuente: Pemex - Refinación.

En la figura 1.2 se pueden observar las dimensiones para un derecho de vía de un poliducto de 10 - 18 pulgadas de diámetro, como lo marca la normatividad de Petróleos Mexicanos. Sin embargo esto es cuando el ducto se encuentre solo en su derecho de vía, que no es el caso del área afectada, donde de acuerdo a la información proporcionada por Pemex Refinación, el derecho de vía tiene un ancho de 18 m, debido a que existen 3 ductos más.

Figura 1.2. Derecho de vía para tubería de 10 pulgadas de diámetro.



XII.1 ANTECEDENTES

La afectación de suelo por hidrocarburos en el área (poliducto de 10 “ pulgadas de diámetro Monterrey - Torreón), se originó por una fuga de diesel provocada por una toma clandestina. De acuerdo con la información proporcionada por PEMEX Refinación (Ductos Norte) el área afectada se encuentra a la altura del kilómetro 112 de la carretera Federal 40 Saltillo – Torreón. Las acciones correctivas realizadas a cargo Pemex Refinación, se llevaron a cabo de la siguiente manera.

Se derramó un volumen aproximado de 80 barriles de diesel a través de un orificio de ¼” de diámetro. Se afectó un área de 60 m² y se recuperaron 6.28 barriles de combustible. La reparación efectuada consistió en la instalación de un sellado tipo “Smith-Clamp” con tapón “Weld Cap” de 8 pulgadas de diámetro.

Las acciones que de manera general se llevaron a cabo para controlar la fuga se describen de manera cronológica.

- a. Se suspende inmediatamente el bombeo del ducto, coordinando los recursos para el control de la fuga.
- b. Se reúne el personal que intervendrá en la eliminación de la fuga y se trasladan al sitio del derrame con la maquinaria, herramienta y equipo de protección personal requerido para este tipo de contingencias y establecido en los procedimientos internos de PEMEX. En la sede del sector se establece un coordinador para enviar la maquinaria y equipo que se requiera. Todas las actividades que se realizan son informadas a los superintendentes de área.
- c. Se bloquea la válvula de seccionamiento para evitar la continuación de bombeo del hidrocarburo.
- d. Ya en el sitio se inician labores de excavación manual para localizar el ducto, una vez localizado se determinan las causas que originaron la fuga, descubriéndose el accesorio utilizado para la toma clandestina el cual consiste en: cincho de 2 pulgadas de acero al carbón permeable en ambos extremos con pernos de ¾” diámetro, dos en ambos lados, cople soldado al cincho superior de ½” diámetro y dos válvulas tipo esfera de apertura rápida de 150 lb, unidas a éstas, un niple galvanizado de 12” de largo roscable de ½” diámetro, por debajo del cincho superior se encontraba un empaque de neopreno de ¼” diámetro de espesor por 2” de largo.
- e. Se retira el accesorio para toma clandestina y se inicia una inspección ultrasónica para verificar la sanidad del material en el área donde se aplicará soldadura a fin de sujetar la abrazadera así como instalar el tapón “Weld Cap”.

- f. Queda instalada la abrazadera tipo "Smith-Clamp", sujetándola mediante soldadura para recibir posteriormente al tapón "Weld cap" con objeto de proteger y asegurar la grapa "Smith-Clamp".
- g. Se procedió a extraer el suelo contaminado, tratando de evitar que el producto (diesel) se infiltrara a mayor profundidad, excavándose solo a 3 m, debido a que el equipo con el que se extrajo el suelo (retroexcavadora) no alcanzaba mayor profundidad, el suelo contaminado se colocó en dos lonas impermeables de 15 x 35 y de 50 x 50 m respectivamente a un costado del derecho de vía para su posterior tratamiento y se rellena el sitio con suelo limpio de una zona aledaña.

Dentro de los procedimientos para este tipo de eventos se describe lo siguiente:

Si el daño real es mayor, se suspende el transporte de combustible para realizar la reparación de la falla.

Si el daño aparente no es mayor se procede directamente al saneamiento de las áreas contaminadas. Cuando se confirma que el daño real no es mayor, se realiza una reparación provisional y la consecuente restauración de las áreas contaminadas.

Una vez que se ha concluido a las reparaciones necesarias se procede a la puesta en operación del ducto y finalmente al análisis del accidente y/o reporte de reparación, el cual debe incluir la ubicación exacta del derrame, las acciones descritas específicamente durante la reparación, con horarios, materiales, personal involucrado y un reporte fotográfico del evento debidamente identificando.

Se informa a la PROFEPA sobre el derrame una vez que se confirmó su existencia y cuando se terminaron los trabajos de reparación se le entrega un informe detallado sobre las actividades realizadas.

XII.1.2.- OBJETIVOS.

General

Caracterizar cualitativa y cuantitativamente el grado de contaminación por derrame de hidrocarburo en un Poliducto de 10" Ø de Pemex Refinación y los daños ocasionados al ambiente y a la población, que se encuentre cercana al sitio contaminado, determinando las características biológicas y sociales del área.

Particulares

- Determinar las características ambientales específicas de la zona (hidrología, geología, climatología, geohidrología y socioeconómica)
- Determinar las fuentes de contaminación en el sitio (en caso de desconocerse).
- Determinar los contaminantes presentes en suelo, subsuelo, aguas superficiales y subterráneas y sus concentraciones.
- Identificar los estratos presentes en el subsuelo contaminados con hidrocarburos.
- Delimitar la forma de la pluma o plumas de contaminación en tres dimensiones.
- Determinar el área y volumen de suelo y agua contaminados en tres dimensiones.
- Identificar y evaluar los daños al ambiente.
- Evaluar el riesgo ambiental, a la salud humana y a las actividades que se desarrollan en el área.
- Determinar la metodología de saneamiento del sitio.
- Elaborar un plan de saneamiento específico del sitio.

XII.1.3.- ENTORNO.

Los elementos del ambiente están definidos por las características físicas y biológicas del sitio, así como por las características sociales y económicas que prevalecen entre la población y su entorno, estableciendo el medio natural y socioeconómico. Su descripción reviste gran importancia para la caracterización de un sitio contaminado, ya que ayuda a determinar junto con los resultados de geofísica y de laboratorio, el comportamiento del contaminante en el medio y los daños a la salud y al ambiente.

La información climatológica y meteorológica de Parras (05-026), que se encuentra a una altitud de 1500 msnm. Se eligió por ser la más cercana al área de estudio que cuenta con un registro histórico mayor a 10 años (35 años). Tiempo mínimo para que este tipo de información se considere confiable.

En los apartados de geología y geohidrología se utilizó la información generada durante la visita de campo y de los estudios existentes de la zona.

En cuanto a la metodología utilizada para describir las características de la flora, se contemplan los siguientes aspectos:

- Identificar y hacer observaciones *in situ* de las diferentes comunidades vegetales, a partir de su fisonomía.
- Hacer muestreos con fines de identificación, en aquellas áreas donde destaca la cubierta vegetal y en los sitios con vegetación secundaria conspicua.
- Comparar con la información existente relativa a la flora de la región.

La metodología utilizada para describir las características de la fauna, contempla los siguientes aspectos:

- Identificar y hacer observaciones *in situ* de las diferentes comunidades animales, a partir de su fisonomía.
- Formular preguntas a los pobladores del lugar con la finalidad de conocer las especies animales que se presentan en las inmediaciones del sitio, ya sea porque no pueden ser vistas de día o que lo hacen en diferentes épocas del año.
- Comparar con la información existente relativa a la fauna de la región.

La información relativa a las características socioeconómicas se obtienen de entidades oficiales, tales como el Instituto de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

4.1. Climatología.

Los datos climatológicos permiten conocer el tipo de clima de la región, la precipitación que ocurre en el sitio de interés y los meses que con mayor frecuencia se presenta; así como la dirección y magnitud de los vientos dominantes. Estas referencias son criterios importantes para delimitar la zona de influencia de los contaminantes y permiten manejar de manera más apropiada los resultados geofísicos y geológicos obtenidos, que indican como es la infiltración del agua en el subsuelo y si se establece la formación de lixiviados.

El tipo de clima predominante en la zona donde ocurrió el derrame, datos de la estación meteorológica identificada como Parras (05-026), en el estado de Coahuila. La estación se localiza en la coordenada 25°27' latitud norte y 102°11' longitud oeste y a una altitud de 1500 msnm. Se analizaron, los datos de esta estación por ser representativa para esta área y por ser la más cercana al sitio de estudio además de contar con un registro histórico de 35 años.

El tipo de clima que se presenta en el área de estudio, es árido.

Bsohx' (w) (e). Es un clima intermedio entre los climas muy áridos BW y los húmedos A o C, por consiguiente es un clima Bs, cercano al límite de los climas

húmedos, que presenta mayor precipitación que uno cercano al límite de los muy secos como es el caso de la estación Parras cuyo cociente P/T se encuentra por debajo del valor 22.9 (el registro en la Estación Parras es de 17.5), su porcentaje de lluvia en invierno es de 7.5%. Se considera extremo debido a que la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es de 12.2°C.

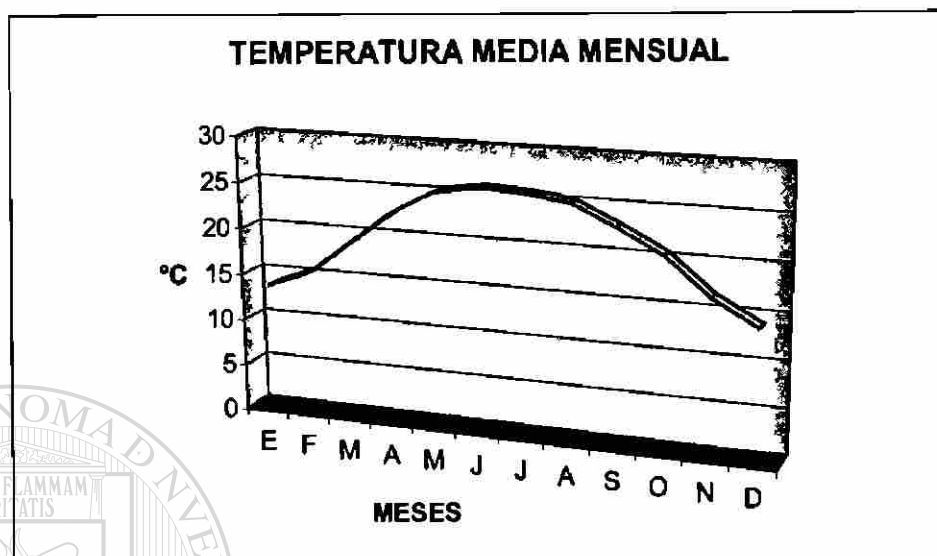
- Temperatura ambiente.

La temperatura es uno de los elementos que constituyen el clima, por lo que su caracterización es indispensable para cualquier análisis climatológico. La temperatura se expresa en términos de la diferencia entre calor absorbido por la superficie terrestre y el emitido por radiación. El resultado de la diferencial entre temperaturas es la temperatura sensible registrada por los instrumentos. La temperatura máxima registrada para el área donde se localiza la fuga, es de 45°C (Agosto / 62), en tanto que la mínima es de -10.5°C (19/Enero/1941). Las temperaturas promedio anual y mensual se presentan en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Temperatura media mensual y anual en la estación Parras, para un periodo de 35 años.

Meses	Temperatura (°C)	Meses	Temperatura (°C)
Enero	13.7	Julio	25.7
Febrero	15.5	Agosto	25.1
Marzo	19.1	Septiembre	22.9
Abril	22.7	Octubre	20.5
Mayo	25.2	Noviembre	16.6
Junio	25.9	Diciembre	14.0
Promedio anual		20.5	

Figura 4.1. Temperatura media mensual en la estación Parras, para un período de 35 años.



▪ **Precipitación.**

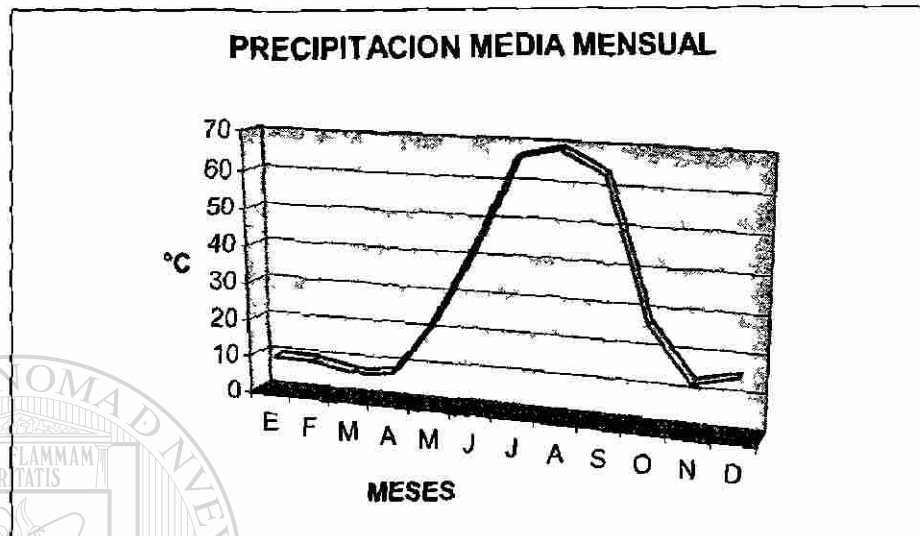
La precipitación, es uno de los componentes en el ciclo hidrológico y llega a la superficie de la tierra como agua, ya sea en estado líquido o sólido, por efecto del movimiento general de la atmósfera que se efectúa en las zonas de baja presión.

La precipitación pluvial registrada, en el periodo de 35 años, en el área aledaña de la fuga el año más lluvioso fue 1990 con una precipitación de 579.4 mm, y el año más seco fue 1994 con una precipitación de 268.9 mm (139). Las precipitaciones promedio mensual y anual para la estación meteorológica más cercana al área de estudio se presentan en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Precipitación media mensual y anual en la estación Parras, para un periodo de 35 años.

Mes	Precipitación (mm)	Mes	Precipitación (mm)
Enero	9.9	Julio	67.1
Febrero	9.6	Agosto	69.4
Marzo	7.6	Septiembre	64.0
Abril	8.4	Octubre	27.4
Mayo	23.1	Noviembre	13.3
Junio	43.4	Diciembre	16.0
Anual		359.2	

Figura 4.2. Precipitación media mensual en la estación Parras, para un periodo de 35 años.



Intemperismos severos

La humedad relativa media anual es del 35%; el número de días con heladas es de 22, la primera se da en octubre y la última en el mes de abril; el número de días promedio al año con granizo es de 1.4. Los vientos dominantes son hacia el norte y hacia el noreste con 4% de calmas.

4.2. Hidrología superficial.

Desde el punto de vista de la hidrología superficial, el área de estudio se encuentra dentro de la Región Hidrológica, específicamente en la Cuenca de Lagunas de Mayrán-Viesca. Esta cuenca hidrológica está formada por la parte más baja de las lagunas así como su cuenca oriental. Dentro del área del estudio y a 1,000 metros a la redonda no existen corrientes importantes aprovechables debido a la escasa precipitación y al alto índice de evaporación de la zona. El área de estudio presenta un coeficiente de escurrimiento del 0 al 5%.

De esta manera en el área de estudio no se desarrollan escurrimientos superficiales permanentes, por lo que no existe una red hidrológica definida. Localmente, el tipo de escurrimiento predominante es el laminar.

Los cuerpos de agua, permanentes o intermitentes, más cercanos al área de estudio son los siguientes:

Corriente Santa Rosa (intermitente), a 6 Km al sur.
Arroyo Las Liebres (intermitente), a 12 Km al noreste.

Se presenta el patrón de escurrimiento superficial que prevalece en la zona, así mismo se indican las corrientes superficiales, intermitentes en su mayoría, y la ubicación del sitio afectado por derrame de hidrocarburos. Debido a que son corrientes intermitentes, no se registran volúmenes promedio anuales o gastos hidrométricos.

4.3. Geología.

Prácticamente todas las rocas que afloran en la región donde se localiza el área de estudio son de origen sedimentario. Los sedimentos acumulados en el fondo de los mares primitivos se convirtieron en rocas calizas, lutitas y areniscas. Las capas, relativamente horizontales, fueron alteradas por enormes fuerzas geológicas que provocaron grandes rupturas y plegamientos así como movimientos ascensionales que elevaron el fondo marino por encima del nivel superficial del agua.

De manera regional, las rocas que afloran se localizan a 5 kilómetros al sur (Sierra Boquilla) y a 8 kilómetros al este (Sierra Santa Inés) del área de estudio. La secuencia estratigráfica que presentan estas elevaciones corresponde al Cretácico Superior, constituido principalmente de calizas limosas, lutitas arenosas y areniscas (Formación Indidura). Al sur y al noroeste de la fuga, aflora un conglomerado constituido por los fragmentos del Cretácico principalmente por fragmentos de las Formaciones Caracol, Parras y Difunta, los cuales forman el paquete de rocas del Cretácico Superior.

Localmente, el área presenta depósitos aluviales del Cuaternario, conformados por arenas y arcillas con diferentes proporciones de limo. Son materiales no consolidados, pero que presentan, de manera general, permeabilidades bajas. Es en estos depósitos aluviales donde se aloja el hidrocarburo derramado, por lo que la caracterización detallada de estos materiales es importante para el conocimiento de la dinámica que pudiera tener el hidrocarburo, misma que se realiza con la determinación de la estratigrafía durante la perforación de los pozos exploratorios y con los análisis fisicoquímicos de los diferentes estratos presentes en el sitio.

El área de estudio, por su localización geográfica se encuentra en la región noreste del país, la cual esta considerada como una zona asísmica, como lo indica la división del territorio nacional en zonas según la probabilidad de sufrir intensidades máximas, elaborado por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México. En la figura 4.3, se muestra un mapa con la distribución de los sismos más frecuentes en el territorio nacional.

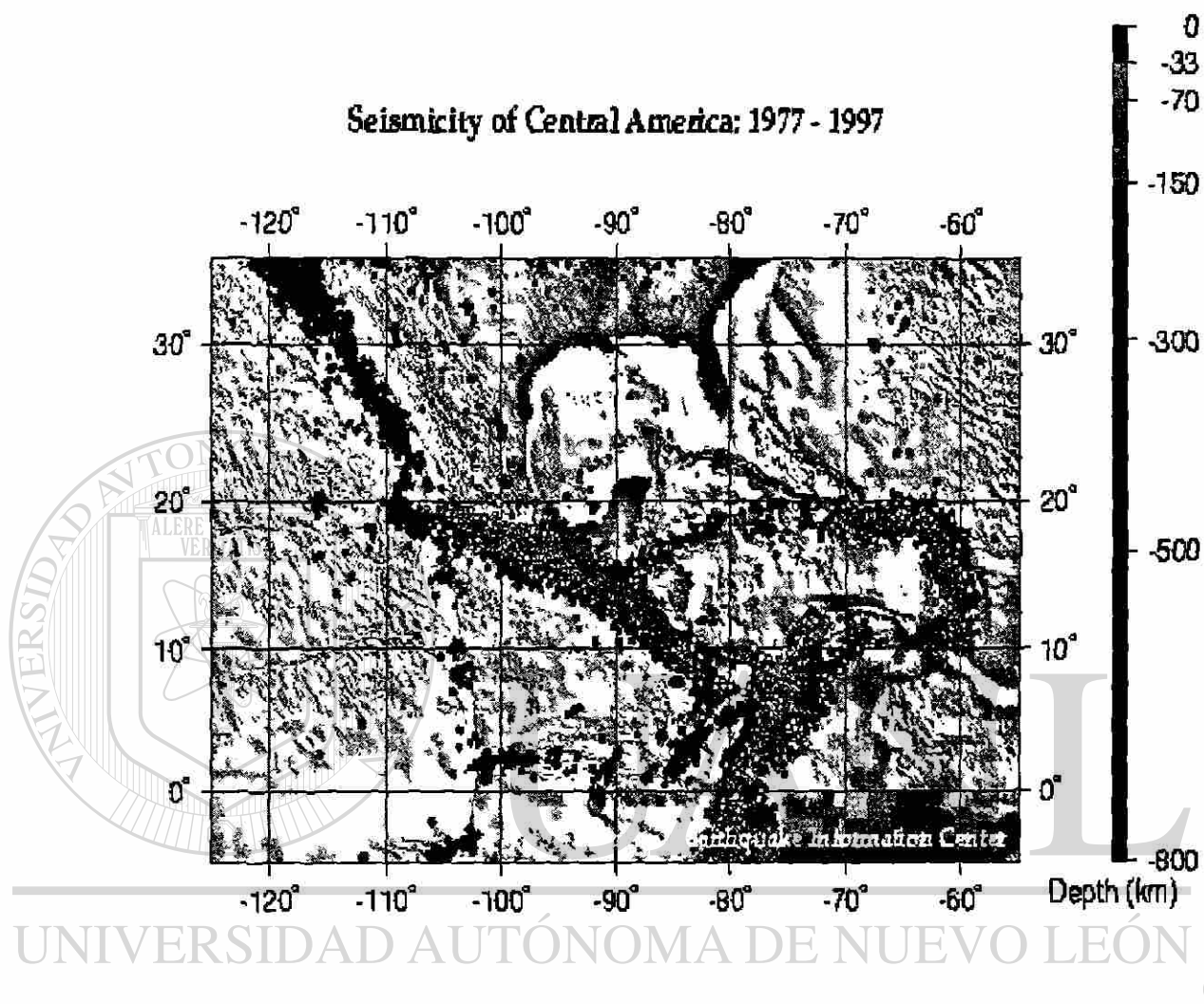


Figura 4.3. Distribución de los sismos en la República Mexicana.

Fuente: USGS

4.4 Geohidrología.

En la región existen diferentes acuíferos, algunos son someros y otros profundos, sin embargo, este comportamiento no es homogéneo en toda la región, ya que los acuíferos someros no se presentan en toda la zona. Por ejemplo, a varios kilómetros de distancia del predio afectado existen pozos con profundidades al nivel estático de aproximadamente 200 metros (15 Km al

SW), mismos que explotan un acuífero no termal confinado es decir, está limitado superior e inferiormente por formaciones relativamente impermeables, que contienen agua a mayor presión que la atmosférica. En cambio, los aprovechamientos cuyas profundidades varían entre los 15 a 40m (ubicados a 15 y 9 Km al E y NE), se consideran lentes rocosos de poco espesor con permeabilidades mayores a los materiales que les infrayacen, por lo que el agua que se infiltra desde la superficie se acumula en estos cuerpos formando mantos colgados. Estos aprovechamientos no se consideran para consumo humano debido su alto contenido de sales.

Las aguas subterráneas se muestran los tipos de material predominantes en la zona, en el área donde se ubica el proyecto existe material no consolidado con posibilidades medias, lo que quiere decir que sus valores de permeabilidad y su capacidad para conducir, almacenar y ceder agua no se consideran de regulares a malos. La unidad geohidrológica que corresponde al área donde se localiza el proyecto, esta compuesta por material no consolidado con rendimiento medio a bajo (<10 lps). La dirección del flujo subterráneo es hacia el norte-noreste.

4.5 Topografía.

El área de estudio se encuentra dentro de un valle alargado formado por la Sierra de Parras al suroeste y la Sierra de Paila al noreste. En forma general, se describe como una planicie con una pendiente descendente hacia el noreste de 6 %. Esta dirección de la pendiente es evidenciada por la tendencia general del drenaje intermitente en toda la zona. se muestran la topografía del área aledaña del poliducto de 10"Ø donde se puede apreciar que la tendencia general del drenaje y la pendiente es hacia el norte-noreste. El sitio afectado se encuentra entre las cotas 1180 y 1190 msnm, localmente éste se encuentra en una planicie que se ve interrumpida por pequeñas elevaciones (menores a 0.5 m) propias de la instalación de los ductos que se encuentran muy cercanos unos de otros. Debido a esto, el escurrimiento superficial se vio alterada modificándose la dirección de escurrimiento del derrame hacia el sureste. En el área donde se realizaron las mediciones geofísicas y la perforación y muestreo,

4.6 Edafología.

El tipo de suelo predominante en el área de estudio es el Yermosol cálcico con Yermosol háplico de clase textural media (Yk+Yh/2). El Yermosol tiene una capa superficial de color claro y muy pobre en materia orgánica, debajo puede haber un subsuelo rico en arcillas, muy parecido a la capa superior, presenta cristales de yeso o carbonatos. Se localizan en zonas áridas o semiáridas, su vegetación natural es de matorrales. Son suelos de baja susceptibilidad a la erosión. (INEGI, 1988)

4.7 Flora.

En la zona donde se localiza el área de estudio se identifican dos formas fundamentales de vegetación que compiten por el dominio, matorral xerófilo y pastizal.

Bajo esta denominación se agrupan a un conjunto de comunidades vegetales dominadas por plantas de porte arbustivo, que se desarrolla en las regiones áridas y semiáridas.

Las especies que forman el matorral en raras ocasiones rebasan los cuatro metros de alto, sus tallos se ramifican desde la base o muy cerca del suelo y pueden presentar varias adaptaciones, como la presencia de espinas en los tallos o ramas, hojas de tamaño pequeño con puestas de varios folíolos o segmentadas, para evitar la transpiración excesiva; muchas especies son caducifolias.

Son comunes también las especies con hojas gruesas y duras, a menudo de bordes espinosos o aserrados, que se agrupan formando una roseta basal o ubicada en el ápice de los tallos. En algunos de los matorrales abundan las cactáceas con tallos globosos o cilíndricos y varias especies tienen sus tallos y hojas cubiertas con ceras. Las herbáceas crecen profusamente durante la temporada de lluvias y cumplen su ciclo de vida en pocas semanas o meses, por lo que durante el resto del año no son fáciles de observar.

Aunque tiene variadas morfologías, en términos generales las especies comunes de este tipo de matorral se presentan en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Composición florística del matorral Xerófilo.

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Acacia farnesiana</i>	Huisache
<i>Acacia rigidula</i>	Chaparro prieto
<i>Caesalpinia mexicana</i>	Hierba del potro
<i>Cercidium macrum</i>	Palo verde
<i>Dyispiros texana</i>	Chapote prieto
<i>Dyispiros virginiana</i>	Chapote manzano
<i>Fraxinus greggii</i>	Escobilla
<i>Mascagnia macroptera</i>	Mariposa
<i>Mimosa malacophylla</i>	Charrasquillo

Matorral xerófilo micrófilo.

Este tipo de vegetación se caracteriza por el predominio de especies tipo arbustivo, con hoja pequeña y a menudo colorida. Se encuentran abundantes cactáceas de tallos esféricos o planos; asimismo plantas tipo palma que se localizan abundantemente en terrenos planos o en abanicos aluviales de lomas o cerros en el altiplano. Las especies características son, gobernadora, hojasén y ocotillo.

En términos generales las especies comunes de este tipo de matorral se presentan en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Composición florística del matorral Xerófilo micrófilo.

Nombre científico	Nombre común
<i>Acacia berlandieri</i>	Guajillo
<i>Flourensia cernua</i>	Hojasén
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite

Pastizal halófilo.

Entre las formas biológicas de las comunidades predominan las gramíneas rizomatosas y estoloníferas y sus representantes se muestran en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Composición florística del Pastizal halófilo.

Nombre científico	Nombre común
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite
<i>Scleropogon brevifolius</i>	
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	

Pastizal

Las comunidades vegetales denominadas pastizal corresponden a aquellas en que las gramíneas son dominantes. No obstante, bajo este termino se incluyen diversas composiciones florísticas, condiciones ecológicas y estadios serales.

Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por especies rastreras, hay un solo estrato herbáceo, el cual está dominado por las gramíneas. Las plantas leñosas juegan un papel secundario y mantienen una distribución azarosa de tipo sabanoide. La composición de este tipo de plantas se enuncia en la Tabla 4.6.

4.6. Composición florística del Pastizal.

Nombre científico	Nombre común
<i>Aristida sp</i>	Zacate
<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite
<i>Tridens texana</i>	

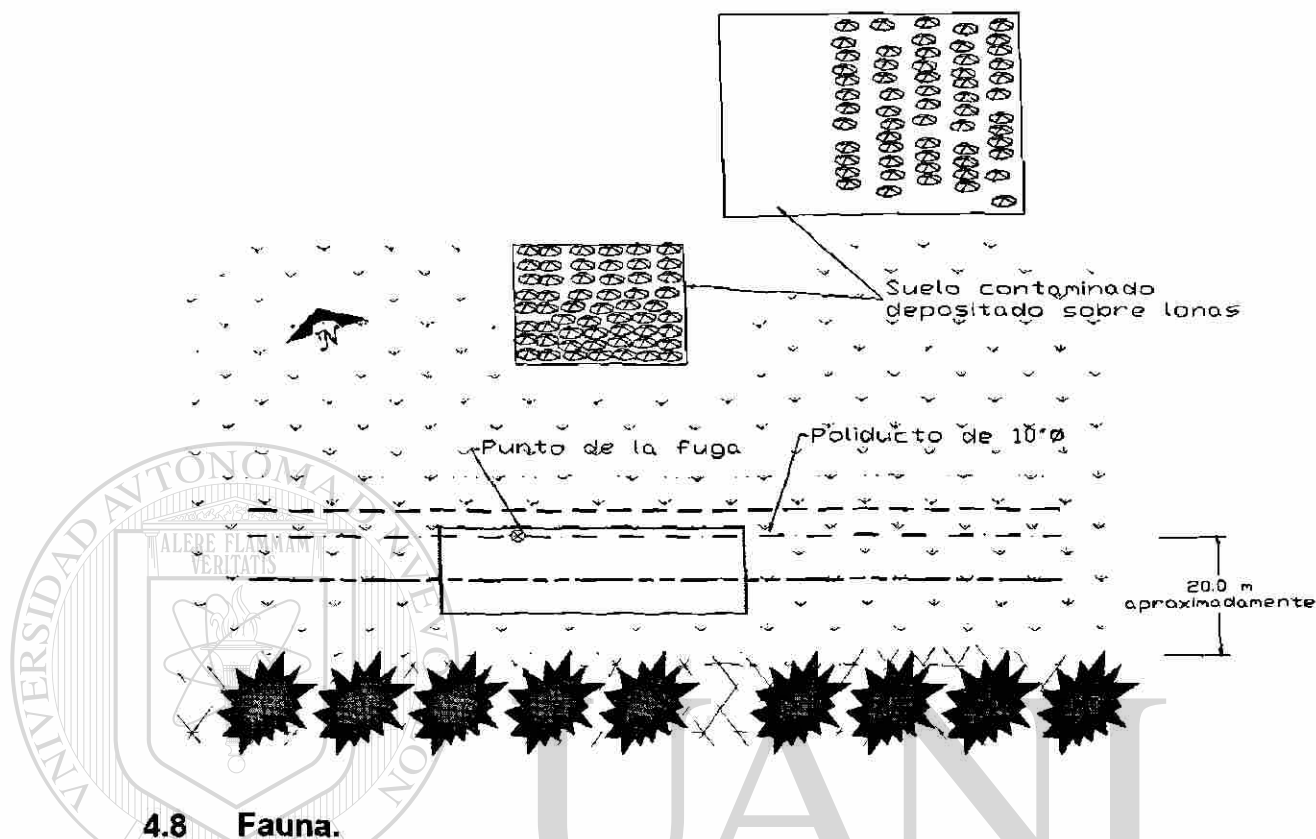
En el área de estudio de manera general se presenta una cubierta vegetal escasa y discontinua, con zonas cubiertas por pequeños manchones de arbustos y zonas con herbáceas y pastos dispersos, al sur del derecho de vía se localiza una zona cubierta con arbustos de 1 a 2 metros de altura lo suficientemente denso para impedir el tránsito normal de una persona, las especies identificadas en esta zona son huizache (*Acacia farnesiana*), hierba del potro (*Caesalpinia mexicana*), palo verde (*Cercidium macrum*); por otro lado dentro de las herbáceas y pastos encontrados tenemos los siguientes: charrasquillo (*Mimosa malacophylla*), hojaseñ (*flourensia cernuda*), ocotillo (*fuquieria splendens*), gobernadora (*Larrea tridentata*) y Navajilla (*Bouteloua gracilis*). En la figura 4.4 se presenta el croquis de distribución de la vegetación donde se aprecia en la parte sur del poliducto un área de color verde representando el manchón de arbustos presente y de color el resto del área de estudio dentro de la cual observamos, al norte del poliducto algunos organismos herbáceos y arbustivos aislados muy escasos, así como el área que comprende el derecho de vía del poliducto donde se observan pastos muy disperso y zonas totalmente desprovistas de vegetación.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Figura 4.4. Distribución de la vegetación en el área de estudio.



4.8 Fauna.

Las perturbaciones existentes en los ecosistemas y comunidades bióticas producidas por la ganadería extensiva y la agricultura en el territorio donde se localiza el área de estudio, han derivado en cambios sustanciales dentro de la dinámica poblacional de las especies animales. Aunado a las actividades mencionadas se tienen efectos acumulativos y sinérgicos por el establecimiento de infraestructura social (carreteras, líneas férreas y eléctricas), por ser la causa de fragmentación del hábitat. Por esta razón, las poblaciones animales cambian continuamente su distribución siendo difícil la caracterización puntual, en las tablas 4.7 a 4.10 se da un listado de la fauna observada en el matorral y pastizal involucrados en el área estudiada.

4.7. Población de Anfibios reportados en el área.

Nombre científico	Nombre común
<i>Bufo speciosus</i>	Sapo texano
<i>Bufo valliceps</i>	Sapo temporalero

4.8. Población de Reptiles reportados en el área.

Nombre científico	Nombre común
<i>Amastridium veliferum</i>	Zacatera negra
<i>Arizona elegans</i>	Culebra
<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija espinosa llanera
<i>Sceloporus couchi</i>	Lagartija de roca
<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija rasposa
<i>Xerobates berlandieri</i>	Tortuga del desierto

4.9. Población de Aves reportadas en el área.

Nombre científico	Nombre común
<i>Auriparus flaviceps</i>	Parido desértico
<i>Cathartes aura</i>	Aura común
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote
<i>Corvus imparatus</i>	Cuervo mexicano
<i>Cyrtonyx moctuzume</i>	Codomiz arlequín mexicana
<i>Sturnella magna</i>	Alondra
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota

4.10. Población de Mamíferos reportados en el área.

Nombre científico	Nombre común
<i>Bassariscus astutus flavus</i>	Cacomixtle
<i>Chaetodipus nelsoni</i>	Ratón de bolsa
<i>Lepus gaillardi</i>	Liebre torda
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo matorralero

4.9. Aspectos Socioeconómicos.

El área aledaña al poliducto de 10" Ø se encuentra ubicada dentro del municipio de Parras, en el estado de Coahuila (Ver figura 1.1.).

La información obtenida de INEGI a través del Cuaderno Estadístico Municipal Parras, Coahuila reporta para este municipio lo siguiente.

Población.

Para el año de 1995 la población total era de 43,303 personas de las cuales el 50.7% eran hombres (21,972 personas) y el 49.3 % mujeres (21,331 personas).

La población femenina de 12 años y más era de 13,666 personas en 1990, de esta población 8,055 mujeres tuvieron hijos que nacieron vivos. El total de hijos nacidos vivos que han tenido estas mujeres es de 40,065, lo que nos da un promedio de 2.9 por cada mujer.

En el año de 1995 se registraron 1,190 nacimientos en total, 609 fueron de hombres y 581 de mujeres; las defunciones registradas fueron 231 en total, 131 de hombres y 100 de mujeres; las defunciones de menores de un año registradas fueron 17 en total 12 de hombres y 5 de mujeres; finalmente se tiene un registro de 336 matrimonios y 18 divorcios.

La población de 5 años y más fue de 37,981 personas, de éstas 15 hablaban alguna lengua indígena según datos registrados hasta noviembre de 1995, de las cuales, 2 hablaban Náhuatl, 2 Tarahumara y 11 otras (que incluye a la población que hablaba alguna lengua indígena insuficientemente específica

Vivienda.

Hasta noviembre de 1995 se tenía un registro de 9,075 viviendas habitadas en total, 9,052 viviendas particulares, 43,089 personas ocupan viviendas particulares, habitando 4.8 personas por vivienda en promedio. Asimismo, los registros muestran que hay un total de 9 viviendas colectivas habitadas en el municipio con 161 ocupantes.

Hasta marzo de 1990, las viviendas particulares habitadas presentaban los materiales en pisos, paredes y techos que se muestran en la Tabla 4.11.

4.11. Materiales de construcción para casas habitación en el municipio de Parras.

Material predominante	Absolutos	Relativos
Pisos.	7,598	100.0
Pisos de tierra.	1,523	20.1
Cemento o firme.	5,023	66.2
Madera, mosaico u otros recubrimientos.	1,013	13.3
No especificado.	29	0.4
Paredes.	7,598	100
Lamina de cartón.	8	0.1
Carrizo, bambú o palma.	27	0.4
Embarro o bajareque.	38	0.5
Madera.	20	0.3
Lamina de asbesto o metálica.	18	0.2
Adobe.	6,538	86.0
Tabique, ladrillo, block, piedra o	761	10.0

cemento.		
Otros materiales.	165	2.2
No especificado.	23	0.3
Techos.	7,598	100
Lamina de cartón.	17	0.2
Palma, tejamanil o madera.	1,246	16.4
Lamina de asbesto o metálica.	43	0.6
Teja.	102	1.3
Losa de concreto, tabique o ladrillo.	798	10.5
Otros materiales.	5,356	70.5
No especificado.	36	0.5

Salud.

La población derechohabiente de las instituciones del sector salud registrada hasta 1995 es de 23,685 en total, de los cuales son 6,709 los trabajadores asegurados y los familiares, pensionados y dependientes son 16,976.

Los asegurados en el IMSS son 19,890 en total 5,593 son trabajadores asegurados y 14,297 son familiares, pensionados y dependientes; en el ISSSTE son 3,795 los derechohabientes registrados, de los que 1,116 trabajadores asegurados y 2,697 familiares, pensionados y dependientes.

Las unidades médicas en servicio del sector salud según régimen, institución y nivel de operación, en 1995 para las que se tiene un registro de 44 unidades en total, de las cuales a Seguridad Social le corresponden 2 del IMSS, una de consulta externa y otra de hospitalización general; 1 del ISSSTE de consulta externa, 42 de asistencia social, y; 5 del IMSS-SOLIDARIDAD de consulta externa y 37 no especificados.

Los recursos humanos en las instituciones del sector salud por régimen e institución según tipo de personal son una planta de 232 médicos, 36 en el IMSS, 8 en el ISSSTE, y de Asistencia Social se cuenta con 5 médicos de IMSS-Solidaridad

De los recursos médicos con que cuenta el municipio se tienen 34 camas censables, 2 gabinetes de radiología, 3 laboratorios, 2 quirófanos y 2 salas de expulsión en total, distribuidas de la siguiente forma: 18 camas censables, 1 gabinete de radiología, 2 laboratorios, 1 quirófano y una sala de expulsión. En Seguridad Social por parte del IMSS; de Asistencia Social se tienen 16 camas censables, 10 consultorios, 1 gabinete de radiología, 1 laboratorios, 1 quirófano y 1 sala de expulsión.

Educación.

La población de 5 años y más que asiste a la escuela es de 34,674 en total de los cuales 5,926 son hombres y 5,518 son mujeres que asisten a la escuela, 11,626 hombres y 11,519 mujeres que no asisten y 186 hombres y 199 mujeres no especificado.

Los alumnos inscritos en total son 12,292, personal docente son 658 y en total se cuenta con 176 escuelas. En preescolar hay 1,848 alumnos inscritos, 89 personas conforman el personal docente y se cuenta con 57 escuelas. En instituciones federales se cuenta con 183 alumnos, un personal docente de 24 personas y 24 escuelas. Hay 1,665 alumnos inscritos en instituciones estatales y cuentan con 65 personas de personal docente y 33 escuelas.

En nivel primaria, 6,837 alumnos inscritos, 300 docentes y 92 escuelas en total, de los cuales respecto a escuelas federales se registran 88 alumnos inscritos, 16 docentes y 16 escuelas; respecto a escuelas estatales son 6,289 alumnos, 266 personal docente y 73 escuelas, finalmente para escuelas particulares se tienen 460 alumnos inscritos, 18 docentes y 3 escuelas. En el nivel secundaria existen 16 escuelas, 15 estatales y 1 particular, 2,129 alumnos inscritos en escuela estatal y 114 en particular, 108 docentes en escuelas estatales y 18 en la escuela particular.

En nivel profesional medio existen 2 escuelas estatales con 109 alumnos inscritos y 21 docentes. Así mismo también existe una escuela normal con 315 alumnos inscritos y 44 docentes. De nivel bachillerato en total se tienen 754 alumnos inscritos 49 docentes y 4 escuelas, 1 escuela es federal y tiene inscritos 364 alumnos y 6 docentes; 1 es estatal con una población estudiantil de 145 personas con 17 docentes; 1 escuela particular con 39 alumnos y 9 docentes, finalmente 1 bachilleros autónomo con 206 alumnos y 17 docentes.

Empleo y salarios.

Para el registro de la población de 12 años y más económicamente activa se tienen los siguientes datos: 27,416 personas en total de las cuales 13,750 son hombres y 13,666 son mujeres, de los cuales los económicamente activos ocupados son 11,327 de los cuales 9,034 son hombres y 2,293 son mujeres, desocupados son 382 personas de las cuales 325 son hombres y 57 son mujeres, la población económicamente inactiva es de 15,364 personas de las cuales 4,223 son hombres y 11,141 son mujeres.

El salario mínimo general registrado en el año de 1996 durante el período del 1º de enero al 31 de marzo fue de 17.00 pesos/día, del 1º de abril al 2 de diciembre fue de 19.050 pesos/día y a partir del 3 de diciembre de 22,500 pesos/día.

XII.1.4.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.

▪ Topografía.

El terreno donde se encuentra el área afectada es sensiblemente plano, no existiendo diferencias de desnivel dentro del predio evaluado mayores o iguales a 1 m, por lo que la topografía se presenta de un área más grande para que se puedan apreciar las curvas de nivel y con ello la dirección de la pendiente del terreno. Ver plano 5.

Sin embargo, dentro del terreno se realizó un levantamiento por medio de distancias y ángulos para delimitar y ubicar el área afectada así como, los rasgos importantes dentro o cerca de la zona levantada como son lonas donde se apiló el material extraído en las excavaciones para reparar la fuga, los tendidos de geofísica, los pozos exploratorios, el derecho de vía, los ductos presentes dentro del derecho de vía, entre otros. El equipo empleado fue brújula, cinta y odómetro (Measure meter).

Durante los trabajos de campo no se observaba en superficie alguna área afectada ya que la tierra había sido removida, sin embargo, en la figura 5.1 se presenta el área que se encontraba impregnada de hidrocarburos a la llegada del personal de Pemex para restaurar la fuga.

▪ Geofísica.

De acuerdo a las características de los materiales que conforman el subsuelo somero del área de estudio y a la naturaleza del contaminante, se planteó la necesidad de aplicar una tecnología, que pudiese generar un diagnóstico de información amplio y seguro del estado en que se encuentra el subsuelo afectado. Se aplicó una metodología de tipo indirecta como es la geofísica por medio del arreglo polo-dipolo; método geoelectrico resistivo, misma que a la fecha es de lo más avanzado en los diagnósticos de contaminación en el subsuelo. Dicha metodología esta basada en la determinación de parámetros de conductividad eléctrica de los materiales del subsuelo. Para realizar los trabajos de prospección con el método de resistividad eléctrico polo-dipolo, se extiende en formación lineal sobre el terreno un cable de 11 polos separados entre sí cada 4 metros, donde se conectan los electrodos (de bronce); este circuito se conoce como circuito de potencial. Un extremo del cable, se conecta a un selector de los diferentes pares de electrodos de potencial MN a fin de simplificar la tarea. La longitud del tendido puede variar dependiendo del estado físico con que se cuente. Un segundo dispositivo, denominado circuito de corriente consiste en clavar un electrodo a una distancia mayor (electrodo a infinito) a 25 veces la distancia entre cada dipolo de potencial y en dirección colineal con el dispositivo de potencial. El cierre del circuito de corriente se

produce al conectar otro electrodo en las posiciones intermedias de cada dipolo de potencial.

El equipo base que se utilizó para la prospección geofísica es un aparato de medida de resistividad absoluta, un aparato de medidas múltiples y una fuente de alimentación (corriente continua).

Para cada dipolo de potencial, se lee en primer lugar, el valor de potencial natural: enseguida, se inyecta la corriente leyéndose tanto el valor de esta como la del potencial inducido en el dipolo correspondiente. El proceso se repite hasta alcanzar la profundidad programada o en su caso, hasta donde lo permita el acceso al terreno.

La transformación de resistividad aparente a resistividad real y las correspondientes profundidades de los contactos geoelectricos, se obtiene mediante procesos computacionales donde se compara la curva obtenida en el campo, con curvas teóricas.

De esta manera se obtuvo el perfil isorresistivo de la estructura del subsuelo de forma Continúa y tridimensional. El espectro, se analizó e interpretó delimitando las alteraciones generadas por productos artificiales y también correlacionándose con las propiedades del terreno, en donde se involucran anomalías de tipo natural que pueden corresponderse a fallas, fracturas, fisuras o disoluciones generadas por aguas ácidas, que finalmente son el medio por donde se dan fenómenos de migración.

La ubicación de los tendidos, se delimitó con estacas de madera la forma de la afectación encontrada en superficie cuando se atendió la fuga ya que al momento de realizar los trabajos no había evidencias de la misma ya que el terreno afectado se había removido y depositado en el área de lonas), asimismo, se tomaron en cuenta los rasgos topográficos más importantes del área aledaña como lo son direcciones de las pendientes preferenciales y o rasgos como zonas de erosión por corrientes intermitentes. También se tomaron en cuenta las características generales del suelo como su granulometría ya que el conocimiento de este, nos ayuda a entender el comportamiento del fluido con respecto al tiempo, los rasgos geológicos locales fueron otro factor que se tomó en cuenta, los cuales se observaron en los cortes de la carretera que da acceso al área.

Se instalaron 5 tendidos en el área de estudio de 40 m de longitud cada uno y un sexto de 15 m de longitud ubicado a un costado de los montones de material contaminado sobre lonas al norte del área afectada, estos tendidos presentan, al ser interpretados por el equipo de geólogos, hidrogeólogos y geofísicos, los conceptos litoestratigráficos en forma detallada, así como las zonas alteradas

por los efectos de la contaminación. La ubicación de los tendidos de geofísica se realizó de acuerdo a la naturaleza de la fuga de la siguiente forma:

Los tendidos T-1, T-2, T-3, T-4 y T-5 se instalaron paralelos entre sí y en forma perpendicular al ducto, con una orientación SE 18°, al ducto. El tendido T-2 está separado del tendido T-1 una distancia de 13 m; el tendido T-3 está a una distancia de 11 m del tendido T-2; el tendido T-4 está a una distancia de 13 m del tendido T-3; finalmente el tendido T-5 está a una distancia de 11 m del tendido T-4, ver fotografías 5 y 6 donde se muestra la instalación de un tendido y de la toma de medidas el tendido T-6 (cuya longitud es de 15 m) se encuentra en forma perpendicular a los anteriores, cercano a los montones de suelo contaminado depositados sobre lonas en la parte norte del área afectada.

Con las determinaciones de resistividad en ohm/metro, obtenidas a las diferentes profundidades previamente programadas se dedujeron los contactos litoeléctricos que delimitan al grupo de horizontes o estratos, que constituyen la estructura del subsuelo estudiado. Dichos horizontes para su descripción se les clasificó con las letras A, B, C y D. También, se llevó a cabo la interpretación basada en el análisis de los perfiles isorresistivos que se obtuvieron en forma Continúa, considerando las propiedades de conductividad eléctrica del terreno en sus dos direcciones, longitudinal y transversal. Por otro lado se analizaron las anomalías eléctrico resistivas, las de baja conductividad, las cuales se correlacionan a diversos fenómenos, provocados en algunos casos por elementos de naturaleza artificial, tal es el caso de la presencia de productos contaminantes que alteran el estado físico-químico del terreno, puesto que la ionización existente en la porosidad tiende a reaccionar al paso de la corriente eléctrica artificial enviada. Los otros fenómenos, pueden corresponder a fallamientos en la estructura, fracturas, fisuras y oquedades, así como a cambios contrastantes en la litología. La detección de lo antes citado se da con un amplio rango de seguridad ya que la metodología aplicada y la alta sensibilidad del equipo de prospección geofísica lo permiten.

La interpretación, que se hace a partir de los perfiles de isorresistividades, determinó varias anomalías que una vez analizadas se interpretan como artificiales debido, principalmente, a que no son comunes de acuerdo al análisis bibliográfico previo de la posible estratigrafía del lugar.

El tendido T-1 no presenta anomalías que puedan asociarse a contaminación sin embargo, presenta valores altos en la parte superficial del terreno. En caso de existir contaminación esta, tendrá valores muy bajos por lo que, se ubicó en esta zona el pozo P1 para verificar este comportamiento.

Se detectaron en el tendido T-2 anomalías de baja resistividad asociadas y localizadas cercanas al punto, previamente identificado, de la fuga, estas están identificadas por tonos azules y delimitan una posible pluma contaminante,

misma que se verificará con los pozos P2 y P11. Esta anomalía se encuentra ubicada entre los electrodos 7 y 10, de los perfiles de isorresistividades, misma que se extiende a una profundidad teórica de 35 m. De igual forma se identificó una segunda anomalía entre los electrodos 3 y 4 a una profundidad teórica de 20 m pero que se extiende desde la superficie a través de los tonos amarillos, la cual se asocia a humedad ya que, no existe relación con la fuga y si, con la franja de vegetación localizada al sur del derecho de vía del poliducto.

En el tendido T-3, se detectó una anomalía de baja resistividad entre los electrodos 6 y 11, anomalía que se extiende desde la superficie hasta una profundidad teórica de 20 m. Finalmente esta anomalía se interpretó como propia del terreno en donde se detectó una humedad natural por arriba de lo normal lo cual, se deduce como un lente arenoso el cual, ha captado la humedad de la zona, se ubicó un sondeo exploratorio P11, cerca de la zona antes descrita cuyos resultados se presentan en la tabla de resultados de laboratorio (de resultados de laboratorio). De igual forma se detectaron dos anomalías más en el mismo tendido, una a la altura del electrodo 2 y 3 a una profundidad teórica de 15 m aproximadamente, la cual no se relacionan al producto propio de la fuga, lo cual se comprobará con los resultados del pozo exploratorio 6 ubicado entre ella y el ducto. Se asocia a humedad, ya que a en esa ubicación hay una serie de arbustos que pueden propiciarla. La otra anomalía se presenta entre los electrodos 4, 5 y 6 a una profundidad teórica de 32 m, la cual aparentemente no tiene relación con el ducto, sin embargo, eso se debe a que entre ella y éste hay material "sano" que fue colocado para rellenar que se realizó para reparar la fuga y extraer el material contaminado. A esta anomalía se le asocio con contaminación y se espera que esta sea la zona donde la pluma llegue a más profundidad ya que se encuentra muy cercana al punto donde se presento la fuga, para verificar lo anterior se perforará el pozo 4.

El tendido T-4, ubicado casi en el extremo este del área afectada, se detecta una anomalía de alta resistividad la cual se presenta a lo largo de todo el tendido. Esta anomalía se interpreta como parte del relleno artificial y como parte de un horizonte de material con humedad natural muy baja sin embargo, dentro de esta misma anomalía se infiere que esta no es del todo continua ya que presenta valores bajos que se interpretan como anómalos por no tener una continuidad a lo largo del relleno. Se esperaría tener en el relleno tanto horizontal como verticalmente valores de resistividad altos lo cual, se debería a la falta de compactación que pudiera presentar el relleno dado que no se substituyó el suelo igualando las condiciones originales de compactación y granulometría y es por esta razón que el tener valores bajos dentro de esta zona no se considera normal y si como una anomalía a verificar con las perforaciones. Esta anomalía se localiza entre los electrodos 2 y 6 y en los electrodos 9 a 11. a una profundidad teórica de 3 y 4 m respectivamente en los perfiles de isorresistividad.

El tendido T-5, ubicado fuera del relleno, en el extremo este del área de estudio, presenta dos tipos de anomalías diferentes. La primera de alta resistividad identificada a lo largo de todo el tendido y una de baja resistividad, ambas no se relacionan al producto propio de la fuga. No obstante se ubica el pozo exploratorio de manera estratégica para corroborar lo siguiente.

▪ **Pozos exploratorios (perfiles estratigráficos y muestreo).**

De esta forma, el grupo de especialistas, después de haber analizado la información bibliográfica y de realizar las inspecciones de campo con relación a la topografía, el tipo de suelo, la geología local y los resultados de la geofísica (perfiles de isorresistividad), y las propiedades hidráulicas cualitativas de los materiales, definió un modelo conceptual preliminar de comportamiento del sistema y procedió a ubicar en un plano de la zona, los sondeos exploratorios y a determinar la profundidad de los mismos. Cabe mencionar que esta ubicación puede cambiar de acuerdo a lo encontrado en la perforación de cada uno de ellos, ya que con cada pozo se debe revalorizar y ajustar de ser necesario el modelo conceptual preliminar, por lo que es indispensable tener como responsable de la perforación un geólogo con experiencia en este tipo de proyectos y una coordinación general por parte de un Hidrogeólogo. Se ubicaron los pozos de perforación en los sitios donde se determinó que la pluma podría presentar mayor profundidad o concentraciones más altas. Estos pozos exploratorios se perforan con máquina tipo rotatoria Foremost Mobile modelo B-59.

Las actividades de campo se iniciaron con un recorrido del área evaluada, con la finalidad de ubicar físicamente los puntos en los que se realizarían las perforaciones de los pozos exploratorios. Asimismo, se determinó en que perforaciones se tomaría muestra de subsuelo mediante el uso del tubo partido para pruebas de penetración estándar, el cual se hincó a golpes mediante la energía proporcionada por una masa de 64 Kg de peso que se deja caer libremente de una altura de 75 cm de acuerdo con la Norma ASTM D1586-98. También se utilizó el muestreador del tipo tubo partido California de 3" de diámetro externo, hincado de igual forma que el muestreador estándar. Nunca se utilizó fluido de perforación ya que, este contaminaría la muestra y no sería representativa de la zona, impidiendo obtener así una muestra con las propiedades naturales de la zona, así como, del elemento contaminante por lo que, la interpretación de los resultados no tendrá la validez que se desea. Por esta razón, se recomienda el muestreo inalterado. La profundidad de los sondeos se presenta en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Relación de pozos perforados y su profundidad.

Pozo	PROFUNDIDAD EN METROS
1	5.00
2	8.60
3	4.60
4	16.30
5	15.00
6	5.28
7	4.00
8	12.30
9	4.41
10	4.50
11	4.60
12	6.00

La descripción y clasificación de los materiales detectados se realizaron de acuerdo con los lineamientos del SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), tanto en seco como en húmedo, debido a la especificidad, detalle y precisión de las descripciones ahí contenidas necesarias para comprender el comportamiento del contaminante en este tipo de material.

▪ **Estratigrafía.**

La estratigrafía detectada en cada una de las perforaciones realizadas, así como las profundidades a las cuales se realizó el muestreo, tanto con el penetrómetro estándar como el tubo California de 3", se muestra en los perfiles estratigráficos incluido en el anexo de documentos. A continuación se presenta la descripción de cada uno de ellos.

En el área comprendida en las inmediaciones de esta línea de conducción, aflora en la superficie limo (diámetro de partícula = 0.0005-0.05 mm) arcilloso (diámetro de partícula = 0.0002-0.0005 mm) con un color crema claro con un contenido de materia orgánica que de acuerdo con los pozos tiene un espesor que va de 1.50m (sondeo 1) a 2.50 m (sondeo 6) hasta 3.50m como el caso del sondeo 10. Dentro de la secuencia de limos arcillosos se detectaron lentes de arena (arena = 0.05-2.0 mm de diámetro), gravas (grava = 2.0-20.0 mm) y gravillas (gravilla = 20.00-200 mm de diámetro) (sondeo 4, 7 8, 9, 10, 12) de calizas bien redondeados, estos lentes de gravas se encontraron a diferentes profundidades y no rebasaban los 50 cm de longitud por los 50 cm de espesor. En el caso del sondeo 5 se detectó un lente de estas características a la profundidad de 14 m con un espesor de 40 cm. Por debajo del limo arcilloso con lentes de arena, gravas y gravillas, se identificó un estrato compuesto por una arcilla limosa de color verde con vetillas de arcilla cuya base no se detectó por lo que, no se define tal profundidad para este estrato.

Se resume que el área del estudio tiene una secuencia relativamente sencilla, de acuerdo a los resultados de los sondeos, un horizonte de espesor variable de 1-4.5 m de composición limo arcilloso con lentes de compuestos por arenas, gravas y gravillas que suprayacen a un estrato compuesto por arcillas limosas con lentes aislados y menos frecuentes que el estrato superior compuesto por arenas, gravas y en algunos casos por gravillas, ver perfil stratigráfico del sondeo.

De los dos horizontes descritos anteriormente, se le puede considerar al primero, como a una unidad de permeabilidad alta con valores de 13.10 cm/h, ver resultados de análisis fisicoquímicos, al segundo como una unidad de permeabilidad baja a media de acuerdo a su granulometría.

El comportamiento hidrogeológico de las unidades arriba descritas, es el siguiente:

En la zona la precipitación media anual es menor a los 400 mm, por lo que el agua de lluvia apenas alcanza a satisfacer el déficit de humedad del suelo, por lo que el escurrimiento superficial es muy bajo como lo confirma la escasez de cauces bien definido de arroyos o ríos. Asimismo, la recarga vertical a los acuíferos es escasa y en cuanto a la calidad del agua, las altas temperaturas que se registran en la zona propician una evapotranspiración elevada por lo que el agua que se infiltra ve disminuida su calidad por los elevados valores en sales y sólidos totales disueltos.

Los materiales presentes en el sitio son de permeabilidades de medias a bajas, del orden de 10^{-5} a 10^{-7} , en general la granulometría va de los limos a las arcillas, sin embargo durante las perforaciones se encontraron lentes arenosos y de gravas de calizas de algunas decenas de centímetros de espesor, sin llegar al metro. Estos horizontes se consideró que eran lentes porque no presentaban continuidad horizontal ya que no aparecieron en los pozos cercanos.

El nivel freático se encuentra a más de 30 m ya que no fue detectado con las perforaciones o la geofísica, por lo que la contaminación no ha entrado en contacto con el agua subterránea.

En cuanto al comportamiento de un contaminante en estas unidades se menciona lo siguiente:

El contaminante al entrar en contacto con los materiales del subsuelo tendrá un movimiento vertical descendente conforme a la ley de gravedad, sin embargo, esa velocidad variará de acuerdo a los materiales de los mismos.

Las conductividades hidráulicas son de 10^{-5} a 10^{-7} , predominando el promedio de estas, sin embargo, en el área donde se ubica la fuga, entre los pozos 2 y cuatro existe una zona de debilidad donde debido a una posible fractura la permeabilidad es mayor y en promedio la permeabilidad en ese punto es del orden de 8.16 cm por día, por lo que en los ocho meses que tiene de haber ocurrido la fuga, la contaminación a llegado a 19.584 m.

No se presenta un desplazamiento horizontal importante porque la pluma contaminante no llegó a un obstáculo que le impidiese el movimiento descendente y obligará a un desplazamiento lateral como podría ser el espejo de agua o un estrato con una permeabilidad marcadamente menor.

▪ Muestreo.

Todas las perforaciones se llevaron a cabo utilizando barrenas "Hollow steam" de 4 1/4" de diámetro externo, la toma de muestras se realizó mediante el uso del tubo partido para pruebas de penetración estándar de acuerdo a la norma ASTM-D-1552, dicho penetrómetro se lavó antes y después de cada toma de muestra de suelo utilizando jabón, alconox, agua potable, guantes de látex y cepillo de nylon. Las muestras para las pruebas de laboratorio se obtuvieron de acuerdo a la norma ASTM-D-5048. Todas estas actividades se realizaron conforme a los procedimientos y metodología desarrolladas.

Los parámetros que se determinaron en las muestras de suelo, para este trabajo se definieron con anterioridad (términos de referencia). En la tabla 5.2 se relacionan los parámetros y los métodos de laboratorio que se aplicarán.

Tabla 5.2. Selección de parámetros a analizar.

ANÁLISIS DE SUELO	
•	TPH's (Método EPA 8015B)
•	Hidrocarburos Poliaromáticos (Método EPA 8310)
•	Benzopireno (Método EPA 8310)
Fisicoquímicos	
•	Fracción mineral (%)
•	Humedad (agua)
•	Materia orgánica ($KMnO_4$)
•	Textura y Estructura
•	Permeabilidad
•	Porosidad
•	Saturación

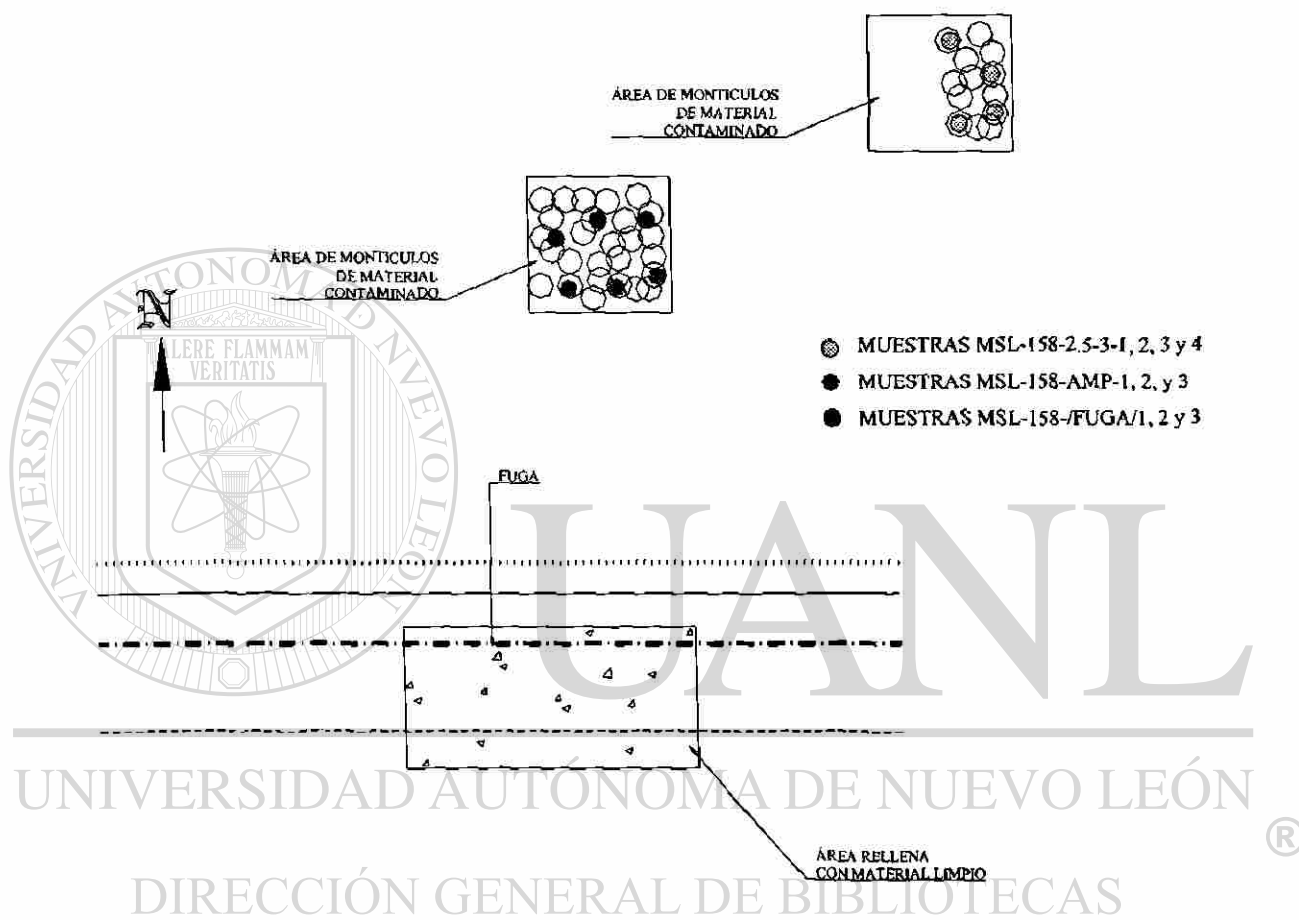
• PH
• Densidad real
• Densidad aparente
• Capacidad de intercambio iónico, aniónico y catiónico.
• Velocidad de absorción y adsorción
• Modificación de la estructura química
• Composición microbiológica

La toma de muestras de suelo del material ubicado en las lonas (parte norte del área de estudio) se realizó de acuerdo al orden que guarda este material respecto de su extracción del área afectada según lo indicado por la Supervisión de PEMEX, Ductos Norte, Sector Monterrey. Es decir, durante los trabajos de excavación se guardó un estricto orden al disponer los materiales sobre las lonas de tal manera que existen tres zonas. La primera, que es la que tiene el material con mayores concentraciones de hidrocarburos, es el suelo extraído para ubicar y reparar la fuga, la segunda corresponde al material que fue extraído por debajo del ducto hasta una profundidad máxima de 3.5 m y la tercera zona corresponde a la aplicación de la excavación, que se realizó con fin de extraer el material que aún se apreciaba que estaba contaminado.

Tratando de obtener un promedio de cada una de las zonas y uno total se ubicaron tres muestras en cada zona, excepto la segunda que se tomaron cuatro muestras por considerar que el material era más heterogéneo. En relación con su ubicación espacial dentro de cada zona, éstas se distribuyeron de manera equidistante.

Como se mencionó anteriormente, el muestreo del suelo en las lonas se realizó de acuerdo a su distribución en las mismas dado que, estas conservan un orden en cuanto a su extracción. Las muestras con clave MSL-158-2.5-3/1 a MSL-158-2.5-3/3 corresponden a la zona de extracción máxima de suelo que fue de 2.5 a 3.0 m a partir de la superficie del terreno. Las muestras con la clave MSL-158/FUGA/1 a MSL-158/FUGA/3 corresponden al suelo de la parte más cercana al punto de la fuga. Finalmente, las muestras identificadas como MSL-158/AMP/1 a MSL-158/AMP/3, corresponden a la parte de la ampliación a partir del punto de la fuga en dirección al sur. A continuación se muestra la figura 5.2 con la interpretación de lo antes descrito:

Figura 5.2. Croquis de ubicación del muestreo de suelo en área de las lonas.



En la tabla 5.3 se relacionan los pozos perforados, todas las muestras obtenidas y las profundidades a las que se obtuvieron.

Tabla 5.3. Relación del total de muestras obtenidas de suelo y su profundidad.

No. POZO	IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD
1	MS-158-1-1.0	1.0-1.6
	MS-158-1-2.0	2.0-2.40
	MS-158-1-3.0	3.0-3.60
	MS-158-1-4.0	4.0-4.35
	MS-158-1-5.0	5.0-5.10
2	MS-158-2-2.0	2.0-2.60
	MS-158-2-3.0	3.0-3.60
	MS-158-2-4.0	4.0-4.60
	MS-158-2-5.0	5.0-5.60
	MS-158-2-6.0	6.0-6.60
3	MS-158-3-1.0	1.0-1.60
	MS-158-3-2.0	2.0-2.60
	MS-158-3-3.0	3.0-3.60
	MS-158-3-4.0	4.0-4.60
4	MS-158-4-4.0	4.0-4.60
	MS-158-4-5.0	5.0-5.60
	MS-158-4-6.0	6.0-6.60
	MS-158-4-8.0	8.0-8.60
	MS-158-4-10.0	10.0-10.45
	MS-158-4-12.0	12.0-12.55
	MS-158-4-14.0	14.0-14.20
	MS-158-4-16	16.0-16.20
No de Pozo	Identificación	Porofundidad
5	MS-158-5-2.0	2.0-2.60
	MS-158-5-3.0	3.0-3.10
	MS-158-5-4.0	4.0-4.10
	MS-158-5-5.0	5.0-5.60
	MS-158-5-6.0	6.0-6.60
	MS-158-5-8.0	8.0-8.60
	MS-158-5-10.0	10.0-10.60
	MS-158-5-12.0	12.0-12.60
	MS-158-5-14.0	14.0-14.05
	MS-158-5-15.0	15.0-15.10

6	MS-158-6-1.0	1.0-1.60
	MS-158-6-2.0	2.0-2.45
	MS-158-6-3.0	3.0-3.35
	MS-158-6-4.0	4.0-4.15
	MS-158-6-5.0	5.0-5.10
7	MS-158-7-1.0	1.0-1.60
	MS-158-7-2.0	2.0-2.60
	MS-158-7-3.0	3.0-3.60
	MS-158-7-4.0	4.0-4.10
8	MS-158-8-2.0	2.0-2.60
	MS-158-8-3.0	3.0-3.60
	MS-158-8-4.0	4.0-4.60
	MS-158-8-5.0	5.0-5.60
	MS-158-8-6.0	6.0-6.60
	MS-158-8-8.0	8.0-8.60
	MS-158-8-10.0	10.0-10.60
	MS-158-8-12.0	12.0-12.30
No. POZO	IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD
9	MS-158-9-1.0	1.0-1.60
	MS-158-9-2.0	2.0-2.60
	MS-158-9-3.0	3.0-3.60
	MS-158-9-4.0	4.0-4.45
10	MS-158-10-1.0	1.0-1.60
	MS-158-10-2.0	2.0-2.60
	MS-158-10-3.0	3.0-3.15
	MS-158-10-4.5	4.50-4.55
11	MS-158-11-1.0	1.0-1.60
	MS-158-11-2.0	2.0-2.60
	MS-158-11-3.0	3.0-3.60
	MS-158-11-4.0	4.0-4.60
12	MS-158-12-0.30	0.30-0.90
	MS-158-12-1.20	1.20-1.80
	MS-158-12-2.10	2.10-2.70
	MS-158-12-3.0	3.0-3.15
	MS-158-12-4.4	4.40-4.50
	MS-158-12-5.0	5.0-5.10
	MS-158-12-5.5	5.50-5.55
MS-158-12-6.0	6.0-6.10	

A continuación en la tabla 5.4 se listan las muestras extraídas para análisis de laboratorio en el área de lonas.

Tabla 5.4. Relación de muestras en el área de lonas.

ZONA	IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD
	N	AD
1	MSL-158/2.5-3.0/1	N/A
	MSL-158/2.5-3.0/2	N/A
	MSL-158/2.5-3.0/3	N/A
	MSL-158/2.5-3.0/4	N/A
2	MSL-158/FUGA/1	N/A
	MSL-158/FUGA/2	N/A
	MSL-158/FUGA/3	N/A
3	MSL-158/AMP/1	N/A
	MSL-158/AMP/2	N/A
	MSL-158/AMP/3	N/A

Durante los trabajos de campo se toma un número de muestras mayor a lo programado con el fin de poder seleccionar en gabinete las más representativas de acuerdo al comportamiento de la pluma contaminante tanto en su forma como en la variación de concentraciones dentro de ella, por lo que con los resultados de la geofísica, se ubicaron las áreas con más probabilidades de presentar contaminación en las cuales, se ubican los pozos para muestreo a cuyas muestras se le realizarán análisis de hidrocarburos y en aquellas áreas donde hay menos posibilidades de encontrar contaminación lo que, de confirmarse durante la perforación, determina los parámetros a analizar. Así mismo, se toma en cuenta para seleccionar las muestras, la ubicación espacial con el fin de analizar aquellos cuya posición facilita la delimitación de la forma de la pluma. Las muestras que no se analizaron, son preservadas de acuerdo a normatividad en las instalaciones de Geología y Medio Ambiente con el fin de ser utilizadas en caso de que alguno de los resultados de las muestras analizadas cree controversia y para corroborar así el resultado obtenido o para realizar una corrida en otro laboratorio. Los muestreos seleccionados se muestran en la tabla 5.5.

Tabla 5.5. Relación de muestras de suelo seleccionadas para análisis de laboratorio.

No. POZO	IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD
1	MS-158-1-1.0	1.0-1.6
	MS-158-1-2.0	2.0-2.40
	MS-158-1-3.0	3.0-3.60
	MS-158-1-4.0	4.0-4.35
	MS-158-1-5.0	5.0-5.10
2	MS-158-2-2.0	2.0-2.60
	MS-158-2-3.0	3.0-3.60
	MS-158-2-4.0	4.0-4.60
	MS-158-2-5.0	5.0-5.60
	MS-158-2-6.0	6.0-6.60
3	MS-158-3-1.0	1.0-1.60
	MS-158-3-2.0	2.0-2.60
	MS-158-3-3.0	3.0-3.60
	MS-158-3-4.0	4.0-4.60
4	MS-158-4-4.0	4.0-4.60
	MS-158-4-5.0	5.0-5.60
	MS-158-4-6.0	6.0-6.60
No. POZO	IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD
4	MS-158-4-8.0	8.0-8.60
	MS-158-4-10.0	10.0-10.45
	MS-158-4-12.0	12.0-12.55
	MS-158-4-14.0	14.0-14.20
	MS-158-4-16	16.0-16.20
5	MS-158-5-2.0	2.0-2.60
	MS-158-5-5.0	5.0-5.60
	MS-158-5-6.0	6.0-6.60
	MS-158-5-8.0	8.0-8.60
	MS-158-5-10.0	10.0-10.60
	MS-158-5-12.0	12.0-12.60
6	MS-158-5-14.0	14.0-14.05
	MS-158-5-15.0	15.0-15.10
	MS-158-6-1.0	1.0-1.60
	MS-158-6-3.0	3.0-3.35
7	MS-158-6-5.0	5.0-5.10
	MS-158-7-1.0	1.0-1.60
	MS-158-7-2.0	2.0-2.60
	MS-158-7-3.0	3.0-3.60
	MS-158-7-4.0	4.0-4.10

8	MS-158-8-2.0	2.0-2.60
	MS-158-8-3.0	3.0-3.60
	MS-158-8-4.0	4.0-4.60
	MS-158-8-6.0	6.0-6.60
	MS-158-8-8.0	8.0-8.60
	MS-158-8-10.0	10.0-10.60
	MS-158-8-12.0	12.0-12.30
No. POZO	IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD
9	MS-158-9-1.0	1.0-1.60
	MS-158-9-2.0	2.0-2.60
	MS-158-9-3.0	3.0-3.60
	MS-158-9-4.0	4.0-4.45
10	MS-158-10-1.0	1.0-1.60
	MS-158-10-2.0	2.0-2.60
	MS-158-10-3.0	3.0-3.10
11	MS-158-11-1.0	1.0-1.60
	MS-158-11-2.0	2.0-2.60
	MS-158-11-3.0	3.0-3.60
	MS-158-11-4.0	4.0-4.60
12	MS-158-12-0.30	0.30-0.90
	MS-158-12-1.20	1.20-1.80
	MS-158-12-2.10	2.10-2.70
	MS-158-12-3.0	3.0-3.10

A continuación en la tabla 5.6, se listan las muestras de suelo extraídas para análisis de laboratorio en el área de lonas.

Tabla 5.6. Relación de muestras de suelo en área de lonas.

ZONA	IDENTIFICACION	PROFUNDIDAD
	N	AD
1	MSL-158/2.5-3.0/1	N/A
	MSL-158/2.5-3.0/2	N/A
	MSL-158/2.5-3.0/3	N/A
	MSL-158/2.5-3.0/4	N/A
		N/A

	MSL-158/FUGA/1	N/A
2	MSL-158/FUGA/2	N/A
	MSL-158/FUGA/3	N/A
3	MSL-158/AMP/1	N/A
	MSL-158/AMP/2	N/A
	MSL-158/AMP/3	N/A

En la tabla 5.7, se presenta un resumen de los resultados de laboratorio (ver originales en anexo de documentos junto con cadenas de custodia). Los valores que se presentan en esta tabla fueron comparados contra los límites establecidos por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en sus Criterios Internos de Restauración de Suelos Contaminados con Hidrocarburos, los cuales marcan que para un suelo industrial el límite de HTP's es de 2000 ppm y para Benzopirenos es de 0.8 ppm. Los resultados que están por encima de dichos límites se encuentran marcados con "negritas".

El uso de suelo se consideró de tipo industrial porque el área que resulto afectada no rebasa los límites del derecho de vía del poliducto.

Tabla 5.7. Resultados de laboratorio realizados a las muestras de suelo seleccionadas.

No. POZO	IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD	TPH's (mg/Kg)	Benzopireno s (mg/Kg)	Poliarom áticos (mg/Kg)
1	MS-158-1-1.0	1.0	1.40	0.00	0.00
	MS-158-1-2.0	2.0		Físico-químicos*	
	MS-158-1-3.0	3.0	0.30	0.00	0.00
	MS-158-1-4.0	4.0		Físico-químicos*	
	MS-158-1-5.0	5.0	0.41	0.00	0.00
2	MS-158-2-2.0	2.0	1,504.00	0.00	0.00
	MS-158-2-3.0	3.0	2,504.00	0.00	0.00
	MS-158-2-4.0	4.0	353.0	0.00	0.00
	MS-158-2-5.0	5.0	154.30	0.00	0.00
	MS-158-2-6.0	6.0	1.53	0.00	0.00
	MS-158-2-8.0	8.0	0.72	0.00	0.00
3	MS-158-3-1.0	1.0	2.45	0.00	0.00
	MS-158-3-2.0	2.0	1.43	0.00	0.00
	MS-158-3-3.0	3.0	0.69	0.00	0.00
	MS-158-3-4.0	4.0	0.50	0.00	0.00

4	MS-158-4-4.0	4.0	1,565.00	0.00	0.00
	MS-158-4-5.0	5.0	3,207.00	0.00	0.00
	MS-158-4-6.0	6.0	3,036.00	0.00	0.00
	MS-158-4-8.0	8.0	1,998.00	0.00	0.00
	MS-158-4-10.0	10.0	1,772.00	0.00	0.00
	MS-158-4-12.0	12.0	2,804.00	0.00	0.00
	MS-158-4-14.0	14.0	1,536.00	0.00	0.00
	MS-158-4-16.0	16.0	1,570.76	0.00	0.00
5	MS-158-5-2.0	2.0	5.71	0.00	0.00
	MS-158-5-5.0	5.0	8.97	0.00	0.00
	MS-158-5-6.0	6.0	2.79	0.00	0.00
	MS-158-5-8.0	8.0	0.97	0.00	0.00
	MS-158-5-10.0	10.0	1.00	0.00	0.00
	MS-158-5-12.0	12.0	0.81	0.00	0.00
	MS-158-5-14.0	14.0	0.71	0.00	0.00
	MS-158-5-15.0	15.0	0.53	0.00	0.00
6	MS-158-6-1.0	1.0	136.00	0.00	0.00
	MS-158-6-3.0	3.0	117.60	0.075	0.00
	MS-158-6-5.0	5.0	111.00	0.00	0.00
7	MS-158-7-1.0	1.0	Físico-químicos*		
	MS-158-7-2.0	2.0			
	MS-158-7-3.0	3.0			
	MS-158-7-4.0	4.0			
8	MS-158-8-2.0	2.0	23.10	0.00	0.00
	MS-158-8-3.0	3.0	1,095.00	0.00	35.56
	MS-158-8-4.0	4.0	414.25	0.76	77.60
	MS-158-8-6.0	6.0	28.59	0.18	7.06
	MS-158-8-8.0	8.0	14.96	0.00	0.00
	MS-158-8-10.0	10.0	6.47	0.00	0.00
	MS-158-8-12.0	12.0	7.74	0.00	0.00
9	MS-158-9-1.0	1.0	9.74	0.00	0.00
	MS-158-9-2.0	2.0	10.58	0.00	0.00
	MS-158-9-3.0	3.0	1.29	0.00	0.00
	MS-158-9-4.0	4.0	1.49	0.00	0.00
10	MS-158-10-1.0	1.0	Físico-químicos*		
	MS-158-10-2.0	2.0			
	MS-158-10-3.0	3.0			
11	MS-158-11-1.0	1.0	3.85	0.00	0.00
	MS-158-11-2.0	2.0	1.55	0.00	0.00
	MS-158-11-3.0	3.0	1.02	0.00	0.00
	MS-158-11-4.0	4.0	0.79	0.00	0.00
12	MS-158-12-0.30	0.30	16.00	0.00	0.00
	MS-158-12-1.20	1.20	1.05	0.00	0.00
	MS-158-12-2.10	2.10	69.95	0.96	8.01
	MS-158-12-3.0	3.0	4.06	0.00	0.00

Nota: *Ver resultados de laboratorio en anexo de documentos.

Al igual que con los resultados de las muestras obtenidas en los pozos, los de las muestras tomadas en las lonas también fueron comparados contra los límites establecidos por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en sus Criterios Internos de Restauración de Suelos Contaminados con Hidrocarburos, considerando los límites para un suelo industrial (HTP's = 2000 ppm y Benzopirenos = 0.8 ppm). Los resultados que están por encima de dichos límites se encuentran marcados con "negritas" (tabla 5.8).

Aunque el sitio donde se encuentran las lonas ya no pertenece al derecho de vía, el uso de suelo se consideró de tipo industrial porque el área que resulto afectada y de la cual fue extraído el suelo si esta dentro del derecho de vía del poliducto y el suelo sobre el que se encuentran las lonas no esta siendo afectado. Sin embargo, es importante aclarar que el suelo una vez tratado deberá ser reincorporado al derecho de vía ya que de no ser así se deberá tratar considerando los límites que apliquen para el tipo de uso de suelo del lugar donde se depositará.

Tabla 5.8. Resultados de laboratorio en muestras de suelo del área de lonas.

ZONA	IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD	TPH's (mg/Kg)	BENZOPIR ENOS (mg/Kg)	POLIAROMÁTI COS (mg/Kg)
1	MSL-158/2.5- 3.0/1	N/A	29,795.00	2.17	93.93
	MSL-158/2.5- 3.0/2	N/A	26,277.00	7.20	80.17
	MSL-158/2.5- 3.0/3	N/A	30,846.00	2.96	106.00
	MSL-158/2.5- 3.0/4	N/A	42,157.00	8.10	79.65
2	MSL- 158/FUGA/1	N/A	38,785.25	8.80	100.24
	MSL- 158/FUGA/2	N/A	52,901.00	13.50	121.87
	MSL- 158/FUGA/3	N/A	44,973.80	4.30	72.28
3	MSL- 158/AMP/1	N/A	11,795.00	10.76	121.44
	MSL- 158/AMP/2	N/A	7,006.00	1.79	16.14
	MSL- 158/AMP/3	N/A	1,622.00	0.00	0.00

Los resultados de los análisis fisicoquímicos aportaron datos importantes para comprender la forma en que el contaminante puede comportarse en el subsuelo.

Los resultados de las muestras que se seleccionaron para practicarles análisis físico-químicos fueron de utilidad para conocer las permeabilidades y tamaño de grano de los materiales presentes en el subsuelo, así como otras propiedades que fueron de gran utilidad para determinar el comportamiento del contaminante y así determinar hasta donde se había extendido la pluma. Asimismo, éstos resultados ayudaron a seleccionar las muestras que se utilizarían para realizar las pruebas de tratabilidad.

En la tabla 5.9 se describen los resultados obtenidos en las muestras de suelo, para los parámetros fisicoquímicos.

Tabla 5.9. Resultados de laboratorio para los análisis fisicoquímicos.

PARAMETRO	PERFIL (profundidad en m)				
	MS-158-1-1.0	MS-158-1-2.0	MS-158-1-3.0	MS-158-1-4.0	MS-158-1-5.0
Fracción mineral (%)	93.21	93.59	93.56	93.76	94.80
Humedad (%)	5.90	5.40	5.52	5.26	4.23
Materia orgánica (%)	0.89	1.01	0.92	0.98	0.97
Índice de textura (%)	32.25	35.20	30.40	34.96	32.66
Estructura	Limo	Limo	Limo	Limo	Limo
Permeabilidad(cm/h)	13.10	7.60	9.60	5.90	7.40
Porosidad (%)	61.27	56.10	67.80	62.40	56.30
Saturación (%)	35.59	38.80	39.85	43.72	44.91
PH	8.05	8.47	8.16	8.30	7.92
Densidad real (g/cm ³)	2.81	2.80	2.33	2.49	2.89
Densidad aparente (g/cm ³)	1.75	1.60	1.56	1.58	1.64
Capacidad de intercambio iónico (meq/100g)	190.71	192.87	208.96	197.47	209.76
Sodio (meq/100g)	0.23	0.48	0.81	0.93	0.77
Calcio (meq/100g)	124.50	128.00	134.50	124.50	134.50
Magnesio (meq/100g)	3.30	4.51	4.07	4.69	4.04
Potasio (meq/100g)	0.16	0.18	0.19	0.17	0.25
Cloruros (meq/100g)	2.16	0.62	1.00	1.08	0.93
Sulfatos (meq/100g)	0.89	0.95	0.85	2.60	3.08

Carbonatos (meq/100g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos (meq/100g)	59.47	58.13	67.54	63.50	66.19
Capacidad de intercambio aniónico (meq/100g)	62.52	59.70	69.39	67.18	70.20
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	128.16	133.17	139.57	130.29	139.56
Velocidad de absorción (mL/h)	20.00	68.00	16.00	60.00	24.00
Potencial redox	18.60	21.94	21.32	21.60	20.84
Coliformes totales (NMP/100mL)	<2	<2	<2	<2	<2
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2	<2	<2	<2	<2
PARAMETRO	PERFIL (profundidad en m)				
	MS-158-7-1.0	MS-158-7-2.0	MS-158-7-3.0	MS-158-7-4.0	
Fración mineral (%)	97.01	97.87	97.62	97.61	
Humedad (%)	2.10	1.36	1.61	1.63	
Materia orgánica (%)	0.89	0.77	0.77	0.76	
Índice de textura (%)	29.0	17.36	21.60	23.39	
Estructura	Franco	Arena	Franco	Franco	
Permeabilidad (cm/h)	7.00	4.55	7.97	10.70	
Porosidad (%)	55.20	69.40	59.60	66.00	
Saturación (%)	88.40	41.30	91.00	93.80	
PH	8.59	8.80	8.86	8.95	
Densidad real (g/cm ³)	2.55	2.62	2.62	3.11	
Densidad aparente (g/cm ³)	1.61	1.81	1.79	1.80	
Capacidad de intercambio iónico (meq/100g)	207.80	201.38	214.61	215.02	
Sodio (meq/100g)	0.12	0.10	0.09	0.10	
Calcio (meq/100g)	138.00	136.50	146.00	146.25	

Magnesio (meq/100g)	2.08	2.23	3.13	2.37
Potasio (meq/100g)	0.05	0.06	0.07	0.11
Cloruros (meq/100g)	0.98	0.58	0.75	0.92
Sulfatos (meq/100g)	0.03	0.08	0.05	0.08
Carbonatos (meq/100g)	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos (meq/100g)	66.54	61.83	64.52	65.19
Capacidad de intercambio aniónico (meq/100g)	67.55	62.49	65.32	66.19
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	140.25	138.89	149.29	148.83
Velocidad de absorción (mL/h)	80.00	300.00	60.00	12.00
Potencial redox	22.18	22.60	22.72	22.90
Coliformes totales (NMP/100mL)	<2	<2	<2	<2
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2	<2	<2	<2

PARAMETRO	PERFIL (profundidad en m)		
	MS-158-10-1.0	MS-158-10-2.0	MS-158-10-3.0
Fracción mineral (%)	97.59	97.91	97.70
Humedad (%)	1.63	1.26	1.56
Materia orgánica (%)	0.78	0.80	0.74
Índice de textura (%)	32.60	34.00	26.80
Estructura	Limo	Limo	Franco
Permeabilidad (cm/h)	8.07	7.00	7.70
Porosidad (%)	64.00	60.00	58.40
Saturación (%)	89.60	91.60	90.40
pH	8.99	9.12	9.05
Densidad real (g/cm ³)	3.46	2.48	2.91
Densidad aparente (g/cm ³)	1.71	1.72	1.80

Capacidad de intercambio iónico (meq/100g)	196.29	197.06	212.36
Sodio (meq/100g)	0.07	0.08	0.08
Calcio (meq/100g)	144.50	139.50	138.00
Magnesio (meq/100g)	1.90	2.50	2.25
Potasio (meq/100g)	0.07	0.07	0.08
Cloruros (meq/100g)	0.93	1.09	0.98
Sulfatos (meq/100g)	0.02	0.05	0.07
Carbonatos (meq/100g)	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos (meq/100g)	48.80	53.77	70.90
Capacidad de intercambio aniónico (meq/100g)	49.75	54.91	71.95
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	146.54	142.15	140.41
Velocidad de absorción (mL/h)	18.00	18.00	60.00
Potencial redox	23.24	22.90	23.30
Coliformes totales (NMP/100mL)	<2	<2	<2
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2	<2	<2

XII.1.5.- EVALUACIONES.

- **Comportamiento del contaminante (Modelo conceptual).**

En la zona aledaña y/o area afectada en el poliducto de 10" Ø, se detectaron 4 horizontes principales que se definen de la siguiente forma:

El horizonte A, es un paquete de material limo arcilloso el cual, está identificado por color amarillo, este horizonte presenta lentes de arena, gravas y en algunos casos de gravillas. Este horizonte tiene un espesor aproximado de 3.0 m como en el caso del tendido T-1 y con un espesor de 6 m como en el caso del tendido T-4. Este primer horizonte presenta valores resistivos de 55-67 Ω/m , y se asocia a una materia con una humedad natural muy baja por lo cual los valores resistivos son tan altos para un material de esas características.

El Horizonte B, es un paquete grueso de arcillas con limos y pequeños lentes de arena, grava y en algunos casos de gravillas. Este paquete se ha subdividido en tres horizontes que de acuerdo a su resistividad tienen las siguientes características:

Subyaciendo al horizonte A (identificado por los tonos amarillos) hay un horizonte cuya base está identificada hasta los 12 m (de tono verde claro) con valores resistivos de 23-35 Ω/m , la base de este horizonte en el tendido T-5, se presenta hasta los 8.5 m en el tendido T-4, y a los 9.0 m en el tendido T-1. Para el caso del tendido T-6 su base se encuentra a los 12 m. Este paquete de arcilla verdosa se caracteriza por la presencia de humedad natural que para el caso del pozo P2 representó un problema al extraer la muestra debido a que este horizonte presentaba, en el lugar, un contenido de humedad por arriba de lo observado hasta ese momento, durante las perforaciones, lo cual se evidenció en los sondeos exploratorios, que sirvieron para obtener muestras a diferentes profundidades, la extracción de muestras con el uso del penetrómetro estándar fue relativamente fácil por características del suelo.

El horizonte C (tono verde medio), es una arcilla compacta con lentes de arenas y gravas y tiene su base a una profundidad aproximada de 30 m en el caso del tendido T-5 y de 25 m aproximadamente para el caso del tendido T-1. Este horizonte, se caracteriza por la disminución de la humedad natural lo que provoca a su vez, que la compactación del suelo sea mayor que la de los casos anteriores, esto se refleja directamente en la toma de muestra ya que se hace más difícil tomar muestras, por lo que se tuvo que cambiar del penetrómetro estándar al California de 3"Ø para obtener la cantidad suficiente de suelo requerida para los análisis de laboratorio.

El cuarto horizonte definido como D, (tono verde oscuro) es una arcilla limosa muy compacta con lentes de grava y gravilla. La base de este horizonte no se define debido a que se interpreta por debajo de la profundidad máxima del estudio (42.5 m).

La interpretación del Tendido T-1 visto desde el norte nos muestra la secuencia de suelos, antes descrita, para la cual, no se detectó anomalía de ningún tipo. Esto se corroboró con el sondeo exploratorio P1, en donde se obtuvieron muestras que no dieron resultados importantes en cuanto a contaminación por diesel, los resultados obtenidos por el laboratorio muestran sólo 1.40 ppm de HTP's, de la ubicación de este tendido.

Los horizontes afectados, en el tendido T-2, por la fuga del poliducto son en orden de profundidad de menor a mayor los identificados como A, B y C, siendo el horizonte A, el que sirve de soporte para el poliducto, que derramó su contenido en el horizonte limo arcilloso, por lo que la contaminación no migró en forma horizontal (por su granulometría) y si en forma vertical principalmente, siendo para el caso del tendido T-2 entre los electrodos T-6 y T-9, cuya profundidad se detectó desde 1.0 m hasta los 6.5 m. Esta información se corroboró por medio del sondeo exploratorio P2, en donde se detectó que la presencia del contaminante se presentaba a partir de los 2 m aproximadamente, donde se podría esperar que estuviera "sano" debido a que el suelo, en esa área, se había reemplazado por material limpio, sin embargo, este contaminante ha ascendido por capilaridad.

Para el caso del tendido T-3, la interpretación de los datos de campo así como de los perfiles de isorresistividad, delimitaron una zona afectada entre los electrodos 4 y 7, siendo corroborado por el sondeo exploratorio P4 definiéndose de esta forma la pluma para este tendido con una profundidad de 20 m. Es importante mencionar que a esta profundidad la pluma ha llegado a los niveles de la arcilla compacta. De igual forma se interpretó que la pluma no iniciaba a partir del terreno natural a los 3 m aproximadamente, lo cual se esperaría ya que el suelo natural ha sido sustituido por material nuevo y limpio de hidrocarburos, pero debido a que el suelo nuevo no tiene la cohesión del suelo natural, este migra hacia esas zonas ayudado también por la precipitación pluvial. De esta forma, es posible detectar contaminación en zonas donde se supone no debería de haber, como es la zona de relleno con material limpio, esto fue ratificado por el muestreo del pozo P2 muestra a 2.0 m.

En el tendido T-4 se presentó la misma estratigrafía, antes descrita; un horizonte limo arcilloso con un espesor variable de 6 m aproximadamente en el área del electrodo 1 y un espesor de 3 m por debajo del electrodo 6. Nuevamente tenemos la presencia del relleno que se encuentra por debajo de los electrodos 4, 5 y 6. En este tendido nuevamente se observó que la contaminación provocada por la toma clandestina no se limitaba a la zona del

relleno, ya que la contaminación en esta parte migró horizontalmente hacia la zona del electrodo 7, siendo esta migración muy corta pero suficiente para que a 1 m se tuvieran evidencias de contaminación, esta migración fue lateral de forma superficial ya que, la contaminación migró en forma vertical bajo los electrodos 5 y 6. Esto fue corroborado por los sondeos P3 y P5, la profundidad fue 4.60 m y 15 m respectivamente; a lo largo del mismo tendido (se realizaron dos sondeos más con el objeto de demostrar que la contaminación se había desplazado en forma vertical en la zona de los electrodos 4 y 6), los sondeos que sirvieron para observar este comportamiento fueron los sondeos P7 y P10.

El tendido T-5, muestra la misma estratigrafía antes descrita, un primer horizonte limo arcilloso suprayaciendo a un horizonte arcillo limoso poco consolidado con lentes de arena y gravas, este a la vez suprayace a un tercer horizonte de arcilla limosa color verde al igual que la anterior con lentes de arena y gravas finas. Subyaciendo a este último horizonte, se detecta un cuarto horizonte (tono verde oscuro) de arcilla limosa muy compacta. En este tendido, no se detectaron anomalías asociadas al producto de la fuga y debido a que la contaminación, se restringe, en cuanto a extensión horizontal se refiere, a la zona del relleno artificial. Lo cual lo confirman los pozos 1, 3, 7, 9 y 11 que se encuentran alrededor del mismo y cuyos valores de concentración no alcanzan, en ninguna de las muestras que se tomaron en ellos las 5 ppm. Ver tablas de resultados de laboratorio en el capítulo 5.

El tendido T6, con una longitud lineal de 15 m y una profundidad de investigación de 25 m se realizó con el fin de demostrar que la contaminación de los montículos de suelo sobre las lonas no hubiera migrado fuera de las mismas por gravedad o por el efecto de lavado debido principalmente a las lluvias, ya que, los resultados en los perfiles de isorresistividad indicaban una anomalía que podía estar asociada a contaminación. Los resultados de laboratorio finalmente demuestran que en efecto este escurrimiento se ha dado al paso del tiempo sin que haya un control ya que las lonas, si bien, cubren una amplia zona, en el perímetro de las mismas ha habido escurrimientos de diesel fuera de sus límites, ocasionando con esto que el diesel se vaya acumulando en las zonas topográficamente bajas en concentraciones que para el pozo 12, a la profundidad de 0.30 m son de 89.54 ppm de HTP's y de 69.95 ppm de HTP's a la profundidad de 2.10 m. El pozo 9 a 12 donde se puede observar las muestras extraídas para el pozo P12 a las profundidades de 0.30m, 1.20 m y 2.10 m de profundidad respectivamente.

La forma en que se ha comportado el contaminante (diesel) en el tiempo después de incorporarse al sistema natural que se evalúa se puede describir de la siguiente manera:

A partir del punto donde se generó la fuga, el diesel primero ha contaminado el suelo de la zanja hecha especialmente para instalar el poliducto (a una

profundidad aproximada de 1.50 m) debido principalmente a que en ésta área, al ser instalado el poliducto, el suelo no se compacta, por lo que las condiciones del terreno natural, en cuanto a granulometría, porosidad y la conductividad hidráulica serán diferentes y por consiguiente este nuevo medio es el que presenta más facilidades para la migración del contaminante. Por lo que la pluma en este caso seguirá dos direcciones preferenciales: la horizontal, del punto de fuga hacia ambas direcciones del ducto siguiendo el material de mayor permeabilidad constituido por el relleno de la zanja del ducto y la vertical descendente, la cual se da siguiendo la ley de gravedad y las características estratigráficas del terreno, que aunque tiene variaciones en cuanto a granulometría, para fines de migración de fluidos se puede decir que se comporta de manera homogénea. De tal manera el área contaminada presenta una forma alargada paralela al lomo del ducto y descendiendo hasta la profundidad de 20 m en el área cercana al punto de fuga. Las mayores concentraciones también se dan en esta parte, lo cual es lógico si se considera que el combustible primero tiende a saturar el suelo por el que atraviesa para después migrar.

Determinar el comportamiento de una pluma contaminante que ha entrado en contacto con el nivel freático es relativamente fácil porque esta seguirá la dirección del flujo subterráneo, predominará el desplazamiento horizontal sobre el vertical, además de que existen numerosos paquetes computacionales que realizan estas simulaciones, sin embargo, para el caso de la zona vadosa, debido a lo errático de su comportamiento es difícil realizar simulaciones, sin embargo, debido a que el movimiento dominante será el vertical descendente y el desplazamiento horizontal no tiene componentes importantes en (relación con el vertical), existen paquetes que simplifican tal comportamiento y dan buenos resultados para fines práctico. En este caso se empleo un paquete denominado SWIM (Soil – Water Infiltration & Movement), el cual es un programa de simulación que permite la simulación interactiva de entrada de datos, los valores y unidades pueden ser alterados al ocurrir errores de edición. Los parámetros que pueden ser alterados incluye aquellos que describen tiempos de simulación, características de vegetación, conductancia de la superficie de suelo, almacenaje superficial, escurrimiento, propiedades hidráulicas, precipitación y evapotranspiración potencial. Esta ecuación utiliza la ecuación de Richards. Se puede revisar una simulación de infiltración, en este programa se puede incluir la macroporosidad si el agua en los poros puede moverse más rápidamente a otros poros. Este programa realiza simulaciones en condiciones no saturadas, saturadas y de inundación; calcula el escurrimiento y el drenaje

El paquete fue alimentado con los datos como los espesores de los diferentes estratos, mismos que se obtuvieron durante la perforación de los pozos, los valores de permeabilidad y porosidad obtenidos en los análisis fisicoquímicos y

las características del fluido en cuestión, así como el tiempo transcurrido desde el momento de la fuga a la fecha.

Como la variación de los espesores de cada una de las capas encontradas en el subsuelo no es significativa y esperando tener, en los resultados de la simulación, una mayor precisión en la zona cercana al punto de la fuga debido a que es donde la pluma alcanza su profundidad mayor (20 m) se proporcionó la estratigrafía de esta área la cual es la siguiente:

Tabla 6.1. Estratigrafía.

PROFUNDIDAD A LA QUE INICIA LA CAPA (m)	TIPO DE MATERIAL	ESPESOR (m)
0.0	Limo arenoso, café claro	4.4
4.4	Arcilla limosa, gris verdosa Arcilla limosa, gris verdosa con vetas de arcilla limosa café	5.6
10.0	Gravillas en limo gris verdoso con vetas de limo café	1.5
11.5	Arcilla limosa gris verdosa con vetas de arcilla café	32

Al alimentar al paquete con esta información con el tiempo transcurrido (222 días) y con las permeabilidades obtenidas en gabinete los resultados fueron los siguientes:

DATOS

Tiempo transcurrido: 222 días

Profundidad estimada de la pluma: 20 m

Materiales:

- 1.- Limo sin consolidar
- 2.- Arcilla Limosa sin consolidar
- 3.- Gravas con matriz de limo
- 4.- Arcilla limosa parcialmente consolidada

RESULTADOS

CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

1.- 0.0001851852 cm/seg

2.- 0.0001134259 cm/seg

3.- 0.0013888889 cm/seg

4.- 0.0004401042 cm/seg

TIEMPO EN DIAS POR ESTRATO

1.-27.8
 2.-57
 3.-1.25
 4.-135
TIEMPO TOTAL
 221.05

PROFUNDIDAD TOTAL DE INFILTRACION:

20.0
PERMEABILIDAD PROMEDIO:
 0.0001042 cm/seg

Finalmente, dada la existencia de una fuga por toma clandestina, el contaminante tiene un contacto directo con el suelo natural de manera inmediata. Posteriormente, migraría al subsuelo somero del área del poliducto alojándose entre los 1.20 y 3.50 metros de profundidad; en un material limo-arcilloso, por lo que a esta profundidad el contaminante tendrá una dirección de flujo horizontal hacia el noroeste dado que la compactación del suelo para la instalación del ducto no es igual a la del terreno natural sirviendo como transporte por las características antes mencionadas. Posteriormente, una vez saturado este horizonte, la migración de la pluma contaminante será en forma vertical y lentamente, como ya se describió anteriormente en este mismo capítulo. Esta migración dadas las características del suelo mitigará esta migración vertical, acumulándose en este estrato arcilloso.

Se obtuvo una pluma de contaminación para concentraciones mayores de 1,000 ppm de HTP's, en donde se puede ver que el área amarilla de la pluma, representa concentraciones de HTP's de 1,000 a 2,000 ppm, el tono rojizo representa concentraciones mayores a 2,000 ppm, los dos cuerpos con tonos rojizos, localizados a profundidades que van desde los 4.5 m hasta 7.5 m y de 11.0 m a 13.0 m respectivamente representa el volumen de suelo que rebasa los niveles de concentración establecidos en los criterios internos de PROFEPA. En las figuras 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5 se puede observar una secuencia de secciones en planta a diferentes profundidades, del volumen de suelo que presenta concentraciones mayores a 1,000 ppm, ver resultados de laboratorio (anexo documentos y tabla 5.7 Resultados de laboratorio realizado a las muestras de suelo seleccionadas, Capítulo 5 Desarrollo de los trabajos). En estas secciones en planta, se aprecia el tono rojizo a la profundidad de 5.0 m que es el suelo con concentraciones mayores a 2,000 ppm, de igual forma se aprecia en tonos amarillos los límites del área para suelo con concentraciones de 1,000 a 2,000 ppm y para concentraciones menores de 1,000 ppm en tonos de amarillo más claro. En la sección en planta a la profundidad de 6.0 m se

aprecia que esta pluma (tonos rojizos) disminuye su área desapareciendo a la profundidad de 9.0 m para presentarse nuevamente a la profundidad de 12.0 m para desaparecer finalmente a los 16.0 metros.

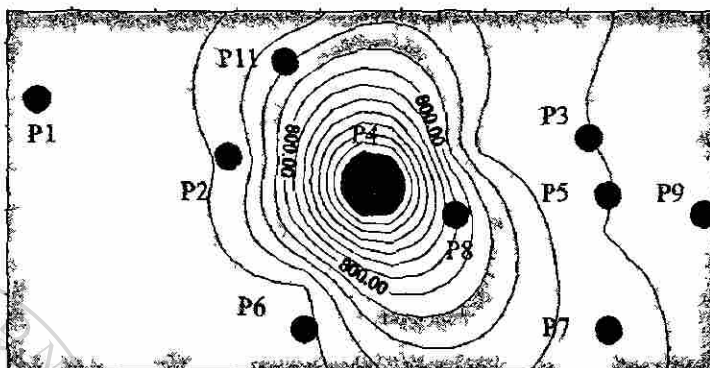


Figura 6.1. Sección en planta a 5 m de profundidad

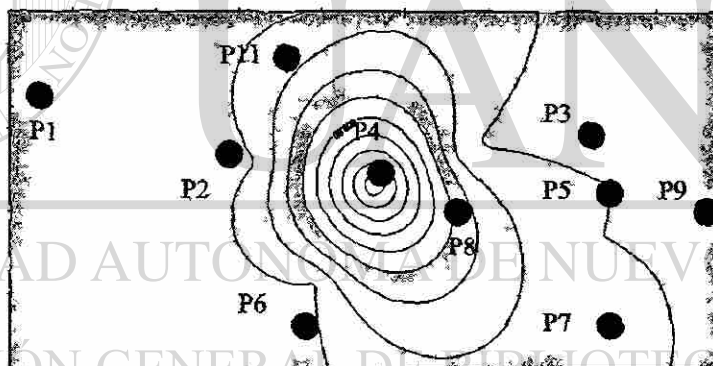


Figura 6.2. Sección en planta a 6 m de profundidad

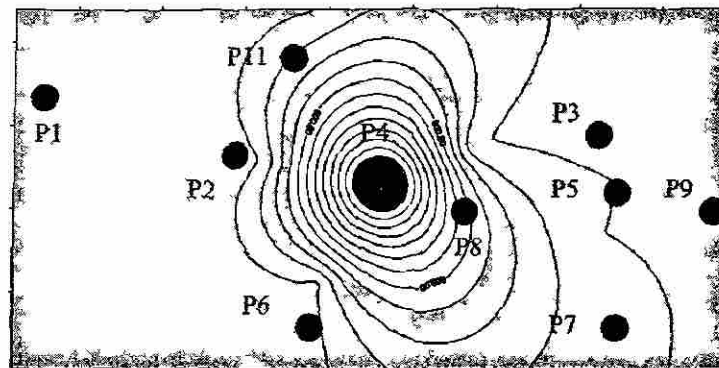


Figura 6.3. Sección en planta a 9 m de profundidad

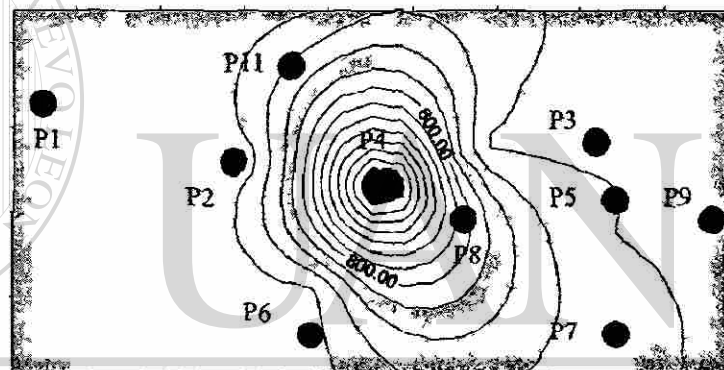


Figura 6.4. Sección en planta a 12 m de profundidad.

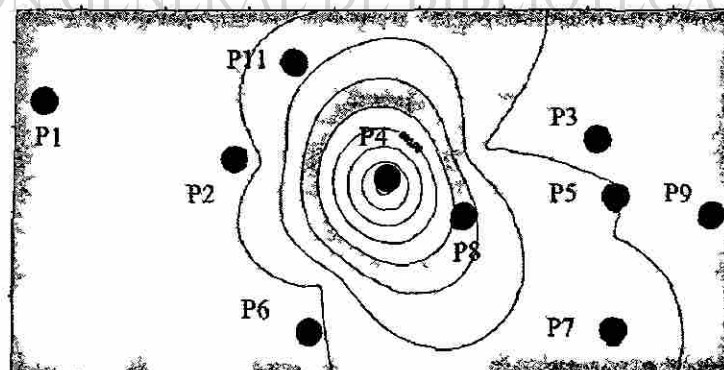


Figura 6.5. Sección en planta a 16 m de profundidad

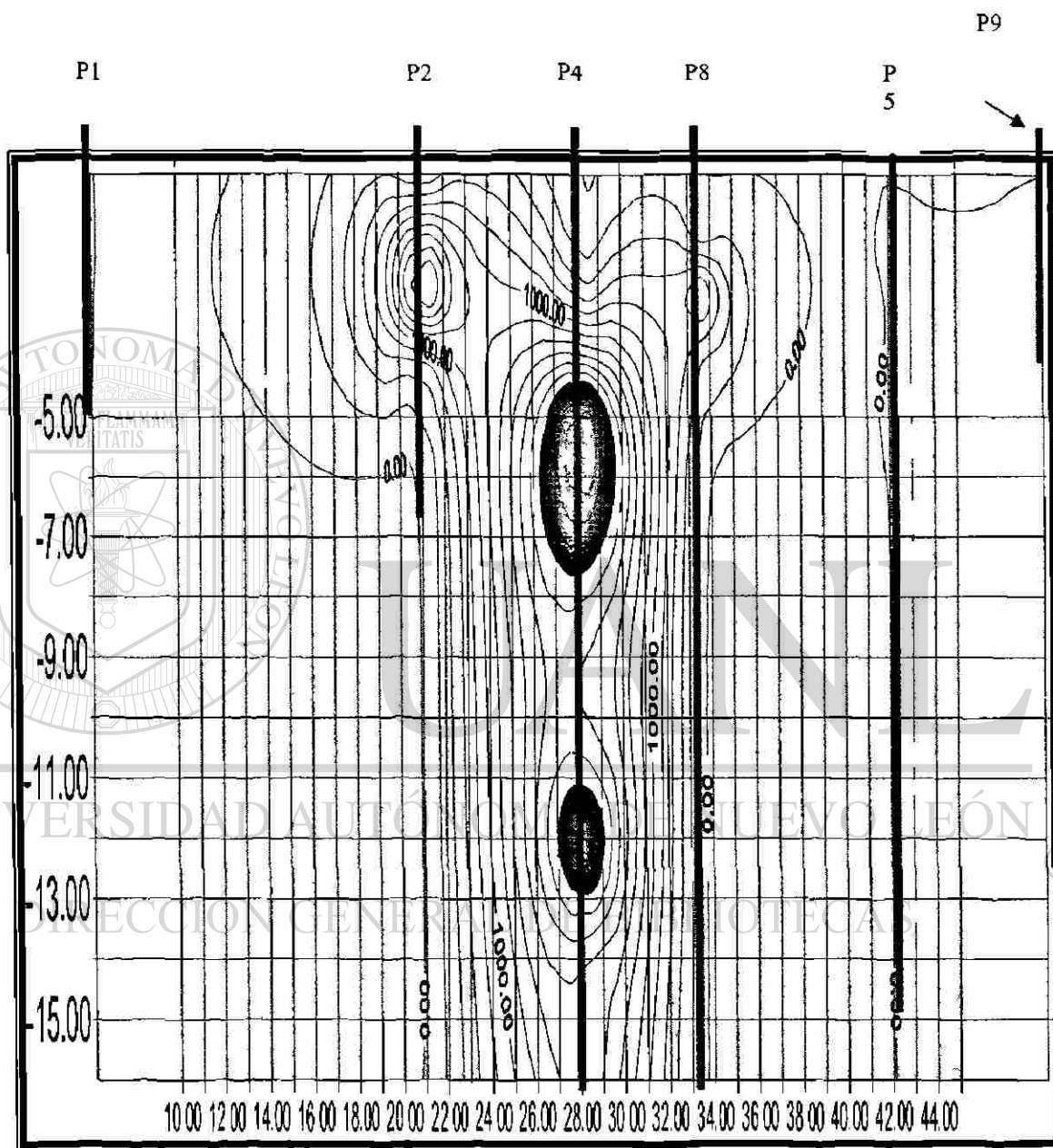


Figura 6.6. Sección vertical pozos P1-P2-P4-P8-P5-P9.

topográfica fue la rejilla de datos de partida de referencia y a la que se le sobrepuso las rejillas de los residuos (superior) y de la pluma contaminante (inferior).

Para la obtención del volumen son tres métodos los utilizados por el paquete: Trapezoidal, Simpson y Simpson 3/8. La diferencia en los cálculos de volumen por los tres métodos diferentes también da una medida cualitativa de la exactitud de los cálculos de volumen. Si los tres cálculos de volumen son razonablemente cercanos, el volumen real está cerca de estos valores. El volumen neto, que fue el volumen utilizado para estos cálculos, puede obtenerse como el promedio de los tres valores.

El error relativo para los resultados de volumen puede ser estimado al comparar los resultados de los tres métodos. Entonces el error relativo puede darse como un porcentaje del volumen promedio. El error relativo puede estimarse usando la fórmula siguiente:

LA REF = $(LR - SR) * 100 / AVER$. donde

LA REF es el error relativo

LR es el resultado más grande desde los tres métodos

SR es el resultado más pequeño desde los tres métodos

AVER es el promedio de los tres métodos

Los tres métodos que utiliza el programa son métodos de aproximación de integrales definidas, los cuales se basan en el reemplazo de la integral por una suma finita.

Volumen de suelo y subsuelo contaminado.

El volumen de suelo contaminado se encuentra en el subsuelo en concentraciones mayores de 2,000 ppm de HTP's para diesel, que excede los criterios de la PROFEPA es de 42 m³ con más de 2000 ppm de HTP's encontrándose a una profundidad de hasta 12 m. Además, el volumen de suelo que se encuentra sobre las lonas ubicadas a 15 metros al norte del sitio donde ocurrió la fuga es de 675 m³, el cual excede los criterios internos establecidos por la PROFEPA para este tipo de suelos.

Volumen de aguas freáticas contaminadas.

De acuerdo a los alcances planteados, y a los resultados tanto de geofísica como de los sondeos exploratorios, no se identificó el nivel de agua subterránea, por lo que, no existe contaminación del mismo. De acuerdo con estos resultados, se concluye que no existe contaminación en este elemento ambiental, debido al derrame ocurrido en el poliducto de 10" Ø.

XII.1.6.- IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

El poliducto de 10" Ø transporta principalmente gasolina y diesel, los cuales se presentan como hidrocarburos comprendidos en el rango de los destilados ligeros y aceites ligeros, los que son utilizados principalmente como combustibles. La presencia de contaminación se atribuye de manera predominante a los hidrocarburos derramados en suelo natural.

En particular se ha establecido un derrame de diesel, el cual se caracteriza por ser una mezcla de hidrocarburos individuales que presenta propiedades que se derivan de los componentes que los constituyen. El diesel tiene una densidad de 0.83 g/ml, considerado como un destilado medio con cadenas de hidrocarburos entre 8 y 21 carbonos, con temperaturas de ebullición comprendidas en el rango de 200 a 325 °C y de acuerdo con las clases de compuestos que lo componen son principalmente n-alcenos y cantidades regulares de cicloalcanos, monoaromáticos, naftaleno y policíclicos aromáticos. Para esta mezcla, sin embargo no existen valores fijos ya que la composición porcentual de cada uno de los componentes individuales no es siempre constante, pues depende de varios factores, entre otros, la composición de los gases y condensados provenientes de los campos de producción que alimentan a las refinerías es fluctuante y a su vez depende de la hora en que llega, de la mezcla porcentual de los diferentes pozos productores, del tiempo de almacenamiento de las materias primas y de los procesos previos de eliminación de impurezas indeseables.

7.1 Riesgos potenciales a la salud y al ecosistema.

Para que exista un riesgo, es necesario que un ser vivo este expuesto a una sustancia y que esta exposición represente un peligro para su salud. Se necesitan tanto el peligro como la exposición, si alguno de ellos es igual a cero, entonces no hay riesgo.

El peligro es una medida de la toxicidad inherente de la sustancia, que para el caso del diesel la Agencia de Protección Ambiental de los E.U.A. (EPA), ha establecido su toxicidad a través de las enfermedades que puede presentar una población de individuos expuestos. En el caso del diesel y otros aceites combustibles se ha establecido que las afectaciones pueden ocurrir a nivel del sistema nervioso, lo cual se ha realizado con animales de laboratorio, pues en el caso de humanos solo se hace una inferencia, ya que no existen evidencias de casos científicamente comprobados (Grupo de trabajo sobre TPH's de los EU, 1997).

Para que un tóxico ambiental cause un daño, en primer lugar se debe estar expuesto a él y en segundo lugar el tóxico tiene que vencer las defensas del organismo que tratan de impedirle que llegue al tejido blanco en forma activa. Para el sitio de estudio, se ha encontrado que la población más cercana, Loma Bonita, se encuentra aproximadamente a 1 km de distancia del sitio donde ocurrió el derrame de diesel, y en dirección hacia el este, por otra parte, los vientos dominantes están en la dirección noreste con valores máximos promedio de 20 m/s y un máximo absoluto de 40 m/s en la dirección noroeste. Esta característica del lugar, aunado a la pobre evaporación de los contaminantes en suelos de baja permeabilidad (Walden & McWhorter, 1995) como los encontrados en el sitio de estudio (materiales limo-arcillosos, con muy baja permeabilidad), determinan una exposición baja a los vapores emitidos por este tipo de materiales a nivel superficial.

Por otra parte, la ingestión de plantas o animales en la zona de estudio es baja, debido a la escasa presencia de animales y de plantas en los sitios donde se encuentra el derrame), sobre el material encontrado en las lonas no hay crecimiento de plantas.

Los hidrocarburos líquidos como el diesel y parte de sus componentes, los hidrocarburos policíclicos aromáticos pueden ser absorbidos y bioacumulados en el organismo, los efectos pueden manifestarse después de transcurrida una exposición prolongada o aguda a ellos, criterios de afectación a la salud que no se cumplen por las características aisladas del sitio evaluado como se ha descrito párrafos arriba.

Los factores que determinan que no hay afectación a la salud de la población por la contaminación que se encuentra en el subsuelo son la dispersión de contaminantes por el viento, la baja concentración de contaminantes a nivel somero, la pobre liberación de contaminantes por evaporación, la carencia de actividades agrícolas y la lejanía de la población.

7.2. Daños a la flora y fauna.

La flora y fauna identificada en el área de estudio, es característica de zonas áridas, y en particular en el área del proyecto es muy escasa, encontrándose algunas herbáceas y arbustos, muy aisladas, a razón de 2 individuos por 10 m². Sin embargo, como se ha mencionado no hay crecimiento abundante de plantas en los sitios donde ocurrió el derrame, ni sobre el material que se encuentra en las lonas.

Debido a esta característica de densidad y cobertura del sitio, no se identifica un impacto significativo, dado que puntualmente en las zonas impregnadas con hidrocarburo no se encontraron individuos vegetales presentes y en los

alrededores las escasas especies existentes son arbustivas y rastreras que no tienen un estatus de protección especial.

Durante los trabajos en campo no fue posible observar fauna silvestre en el sitio de trabajo, además, la presencia de actividades desarrolladas en la zona ahuyentan a la fauna. Por otra parte, y por las entrevistas realizadas a los pobladores, la presencia de animales es muy escasa, por lo que la afectación que sufren es primordialmente el desplazamiento temporal de sus zonas de actividad, y por otra parte, no se identificaron madrigueras o sitios permanentes de habitat, para esos organismos.

7.3 Afectaciones socioeconómicas.

De acuerdo con la ubicación de los asentamientos humanos cercanos al área de estudio, no se identificó afectación a la población por el suelo contaminado por hidrocarburos, ya que la población de la Ranchería Loma Bonita se localiza a un kilómetro aproximadamente y la contaminación se restringe a 50 metros alrededor del sitio donde ocurrió la fuga de diesel; ver plano 5 de topografía. Asimismo, el área afectada y la de los alrededores no tiene uso comercial, agrícola o habitacional; como se ha mencionado no hay exposición actual de los contaminantes sobre la población, ni sobre sus bienes, tanto materiales como de uso, por lo que no hay afectaciones socioeconómicas.

XII.1.7.- PLAN DE RESTAURACIÓN DEL SITIO.

La tecnología de remediación de suelos que se aplicarán en el sitio contaminado se seleccionaron a partir de las que se sugieren en el documento "Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide" preparado por el gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, a través de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA), DOD Environmental Technology Transfer Committee, 1994. De este se ha hecho una revisión de todas las alternativas propuestas acordes con el tipo de contaminante presente en el sitio.

Las diferentes técnicas de tratamiento que principalmente se utilizan (separadamente o en conjunto) para la remediación de sitios contaminados, se agrupan de la siguiente manera:

- a) Destrucción o alteración de contaminantes.
- b) Extracción o separación de contaminantes del medio ambiente.
- c) Inmovilización de contaminantes.

Las tecnologías de tratamiento capaces de destruir los contaminantes por alteración de su estructura química son tratamientos térmicos, biológicos y químicos. Estas tecnologías de destrucción pueden aplicarse in situ o ex situ.

Las tecnologías de tratamiento comúnmente utilizadas para la extracción y separación de contaminantes son térmicas, o bien por lavado de suelo, extracción por solventes y extracción de vapor del suelo.

Las tecnologías de inmovilización incluyen estabilización, solidificación y tecnologías de contención.

De acuerdo con el documento de la EPA, antes mencionado, las tecnologías de remediación potencialmente aplicables para combustibles son las que se presentan en la tabla 8.1.

TABLA 8.1 TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO PARA COMBUSTIBLES.

TECNOLOGIA	ESCALA DE DESARROLLO	USO	APLICABILIDAD	FUNCION
Tratamientos biológicos in situ				
Biodegradación	Completa	Amplia	Buena	Destrucción
Bioventeo	Completa	Amplia	Buena	Destrucción
Tratamientos fisico-químicos in situ				
Extracción de vapores en suelo	Completa	Amplia	Buena	Extracción
Irrigación de suelos	Escala piloto	Limitada	Regular	Extracción
Tratamientos térmicos in situ				
Extracción de vapores reforzado térmicamente	Escala Piloto	Limitada	Buena	Extracción
Vitrificación	Escala Piloto	Limitada	Baja a regular	Inmovilizar/ destruir
Tratamientos biológicos ex situ, (incluye excavación)				
Composteo	Completa	Amplia	Buena	Destrucción
Tratamiento biológico en fase sólida controlado	Completa	Amplia	Buena	Destrucción
Tratamientos fisicoquímicos ex situ, (incluye excavación)				
Oxidación / reducción Químico	Completa	Limitada	Bajo a Regular	Destrucción.
Lavado de Suelo	Completa	Limitada	Buena	Extracción

		o		
Extracción de vapores de suelo	Completa	Limitad o	Regular	Extracción
Extracción con solventes	Completa	Limitad o	Regular	Extracción
Tratamientos térmicos ex situ (incluye excavación)				
Desorción térmica a alta temperatura	Completa	Limitad o	Regular	Extracción
Incineración	Completa	Limitad o	Buena	Destrucción
Desorción térmica a baja temperatura	Completa	Amplia	Buena	Extracción
Tratamientos on site				
Labranza de tierras	Completa	Amplia	Buena	Destrucción

De estas tecnologías de tratamiento se realizó un análisis en relación con su Disponibilidad, Tratamiento del contaminante, Relación Confabilidad / Mantenimiento, Tiempo de Limpieza y Costo. En la Tabla 8.2 se definen cada uno de éstos factores.

TABLA 8.2. DEFINICION DE LOS FACTORES TOMADOS EN CUENTA PARA LA SELECCION DE LAS TECNOLOGIAS DE REMEDIACION PARA LA REHABILITACION DE UN SITIO CONTAMINADO POR DIESEL.

FACTOR	DEFINICION
Disponibilidad	Número de proveedores que pueden diseñar, construir y mantener estas tecnologías.
Tratamiento del contaminante	Metodología y conjunto de actividades para el tratamiento de los contaminantes.
Relación Confabilidad/Mantenimiento	El grado de confiabilidad del sistema y nivel de manutención requerido cuando se usa la tecnología.
Tiempo de limpieza	Tiempo requerido para limpiar un sitio estándar usando la tecnología. El sitio estándar es de 100 toneladas de suelo.
Costo total	Costos de diseño, construcción, operación y mantenimiento. Los costos contemplan la movilización, desmovilización y pre y pos tratamiento.

En dicho análisis se obtuvo que las siguientes técnicas de tratabilidad:

- a) Extracción de vapores en suelo.
- b) Tratamiento de tierras.
- c) Desorción térmica.

Eran las más adecuadas para el tratamiento de un sitio contaminado con diesel que presenta los aspectos físico-químicos, de uso de suelo y las características en cuanto a contaminantes como las encontradas en el área afectada aledaña, ya que presentaban las tres las características más favorables para los factores de análisis, mismas que se describen a continuación:

FACTOR	CARACTERISTICA
Disponibilidad	Más de 4 vendedores. ¹
Tratamiento del contaminante	La tecnología está diseñada para el tratamiento de este contaminante (diesel).
Relación Confabilidad/Mantenimiento	Alta confiabilidad y manutención regular.
Tiempo de limpieza	Entre 4 a 8 meses para suelo.
Costo total	Menos de 500 dólares la tonelada.

¹En el mercado de Estados Unidos, lo suficientemente comercializada como para obtener el servicio y productos.

Algo importante a considerar en la selección de las técnicas es el uso del suelo, ya que con base en esto se determinan los límites de limpieza de acuerdo a los criterios establecidos por la autoridad (PFPA), los cuales a su vez tienen relación con la eficiencia de la tecnología(s) seleccionada(s). En este caso, debido a que el área afectada no rebasa los límites de un derecho de vía de Petróleos Mexicanos que es ocupado por poliductos y gasoductos que abastecen de hidrocarburos al norte del país, se justifica, para efectos de saneamiento del suelo, considerar un uso de suelo de tipo industrial.

Otro criterio empleado para seleccionar las tecnologías de tratamiento a aplicar fue el que estuvieran dentro del grupo de técnicas consideradas por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PFPA) como "demostradas", lo cual significa que son técnicas que han sido aplicadas en la restauración de algún sitio contaminado y se han obtenido resultados aceptables. En este caso las tres tecnologías seleccionadas pertenecen a dicho grupo.

Sin embargo, es importante mencionar que, como se indica en el Directorio de Profesionales y Empresas Especializadas en la Atención a Emergencias

Ambientales de la PFFPA, esta dependencia no avala a ninguna de las empresas respecto de las capacidades de sus servicios. Es decir, que aunque las empresas hayan realizado trabajos de restauración y estén registrados en el directorio antes citado, éstas no están avaladas por la PFFPA, sino que en cada trabajo realizado deberán demostrar la capacidad de su personal responsable de los mismos tanto a la dependencia como a sus clientes.

Una vez seleccionadas las técnicas más favorables de acuerdo a los factores anteriores se procedió a realizar una descripción más detallada de cada una de ellas que permita seleccionar entre ellas la más apropiada o la combinación de ellas que se espere de los resultados óptimos que se desea.

A continuación se describen los trabajos de excavación, remoción y tratamiento de suelos, las ventajas, desventajas, los datos requeridos para llevar a cabo la técnica, los datos de ejecución y los costos de las tecnologías propuestas.

8.1 TECNOLOGÍAS DE REMEDIACIÓN APLICABLES PARA EL SITIO DE ESTUDIO

- **Extracción de vapores en suelo**

Descripción

El sistema se aplica para el tratamiento de suelos en la zona no saturada (vadosa), donde se desarrollan pozos ranurados separados a distancias regulares, de 1 a 4 metros, y aplicando vacío para extraer los contaminantes. Una propiedad de los combustibles es su capacidad de evaporación, razón por la que se encuentran en las fases de vapor y líquida, estableciendo un equilibrio que es regulado según la ley de Henry. Se deberá evitar una alta humedad del suelo y se promoverá un aumento en la permeabilidad para garantizar las condiciones que darán como resultado una mejor difusión y rangos de remoción altos en los sitios.

Una vez obtenidos los gases de la extracción, se deberán tratar por alguna otra técnica de destrucción o de recuperación apropiada, como sería el uso de tratamiento con carbón activado, incineración de los vapores u otra que garantice la no-afectación del ambiente aéreo circundante.

Las profundidades a las cuales se pueden hacer los pozos de extracción varían desde uno hasta 90 metros de profundidad, por lo que se deben adaptar los equipos existentes para esta tecnología de acuerdo a la profundidad de la pluma contaminante. Cuando la pluma contaminante encuentra en su

desplazamiento vertical descendente una frontera impermeable que impide que continúe su migración y se inicia un desplazamiento horizontal se deberá evaluar la posibilidad de construir trincheras o baterías de pozos de extracción.

La tecnología se recomienda se aplique a compuestos volátiles con constantes de Henry mayores de 0.01 o presiones de vapor tan grandes como 0.5 mm Hg.

Ventajas

- De bajo costo con relación a otras tecnologías.
- Equipo que se encuentra disponible en el mercado nacional.
- Amplio campo de aplicación.
- Tecnología relativamente reciente y eficaz.
- Tecnología que ha sido aplicada con éxito en otros sitios.

Desventajas

- Relativamente lento (para algunos tipos de suelo y contaminantes).
- Aplicabilidad limitada para suelos saturados.
- Baja eficiencia en suelos de permeabilidades muy bajas.

Datos necesarios para aplicar la técnica

Tipo de suelo, profundidad del manto freático, volumen de suelo contaminado, concentración del contaminante, determinación de las constantes de Henry para los contaminantes encontrados (promedios en las mezclas de hidrocarburos), profundidad del contaminante.

Se hace necesario hacer pruebas de tratabilidad donde se ponga de manifiesto la permeabilidad de suelos, influencia del contenido de humedad, usando materiales de suelo propios del lugar.

Datos de ejecución de la técnica

La extracción de vapores en suelo puede extraer de 40 a 120 libras de compuestos orgánicos volátiles de suelo contaminado por día, en un volumen de suelo contaminados de 500 m³, aproximadamente. Lo anterior contando con un equipo de ocho pozos de extracción, un extractor de desplazamiento positivo, un separador vapor-liquido y una unidad adsorción primaria y secundaria.

Costos

El costo estimado para esta técnica, se encuentra en el rango de 100 a 500 dólares por m³ por concepto de extracción y manutención de la tecnología y el costo total dependerá de la naturaleza del material excavado, las tecnologías de perforación, la disponibilidad de vías de transporte, la disponibilidad del equipo en el mercado nacional y de la existencia de operadores capacitados tanto para perforación, instalación y mantenimiento de los sistemas.

- **Tratamiento de tierras**

Descripción

El tratamiento de tierras o labranza de tierras es un sistema que destruye las sustancias contaminantes y puede ayudar a limpiar el suelo contaminado y reducir significativamente el contenido de hidrocarburos ligeros y pesados. Esta tecnología usa generalmente químicos inorgánicos y/o componentes orgánicos como aditivos que incrementan la eficiencia de los microorganismos, base de la tecnología, también se ha sugerido el crecimiento de pastos que no tengan uso en la localidad y que puedan ser cortados cada cierto tiempo, reintegrándolos a los materiales de tratamiento. Se requiere un control especial en el manejo de tales microorganismos y de las emisiones fugitivas asociadas a esta técnica. El material contaminado junto con el suelo que se encuentra con éste, es removido y transportado para su tratamiento en sitios acondicionados, que es conveniente ubicarlos cerca del sitio para reducir los riesgos implícitos en el transporte de los mismos y para reducir los costos. Usualmente se requiere un pretratamiento del suelo contaminado antes de su destino-tratamiento, el cual consiste en la homogenización para integrar los elementos aditivos.

Esta es una tecnología de tratamiento biológico y es comúnmente usada como parte de las tecnologías de remediación on site, para hidrocarburos volátiles, semivolátiles, poliaromáticos y otros. No hay limitantes en el tipo de suelos que puedan ser excavados y tratados; Sin embargo, la salud de los trabajadores y la seguridad tienen un gran peso en la decisión de excavar en suelo contaminado con combustibles.

Otros factores que deben tomarse en cuenta son la movilidad de los contaminantes, los tiempos de tratamiento, el costo de manejo, la gestión de terrenos e instalaciones donde se dará tratamiento a los suelos (se utilizan terrenos en las inmediaciones que cuenten con condiciones de accesibilidad y mejor control que los sitios donde han ocurrido los derrames), las medidas de seguridad para evitar contaminar otros sitios mientras se restauran los suelos contaminados y las instalaciones para el tratamiento de emisiones fugitivas.

Por ser una tecnología biológica se deberá hacer un monitoreo constante de las diversas variables que involucran el contenido de las mezclas de suelo y conservación de las condiciones de viabilidad de los microorganismos, tales como pH, contenido de micronutrientes, humedad, temperatura y principalmente oxigenación apropiada.

Puede aplicarse en cualquier sitio, aunque puede alcanzar un costo prohibitivo durante la excavación cuando se aplica a grandes profundidades, por los volúmenes manejados. Para la aplicación de esta tecnología puede implementarse prácticamente cualquier equipo típico de excavación, en particular, se requiere de retroexcavadoras, cargadores frontales y camiones para el acarreo. En cuanto a los equipos propios de la metodología se requiere de cargadores frontales para el mezclado y aireación, construcción de celdas de tratamiento, fertilizantes, agua y equipos de monitoreo biológico y fisicoquímico, así mismo, es recomendable la instalación de carpas y sistemas de tratamiento de vapores tal como carbón activado u hornos de combustión, que puedan elevar su temperatura desde 320 a 560 °C para eliminar los compuestos orgánicos volátiles.

La conformación de la celda y contenciones tiene como finalidad captar los lixiviados (agua e hidrocarburos). Ya que los materiales lixiviados están conformados por agua e hidrocarburos pueden ser conducidos a un sistema de separación de fases, donde los hidrocarburos se llevan a un posterior tratamiento por combustión (junto con los volátiles) y el agua puede ser reintegrada al material de tratamiento.

Ventajas

- Elimina el problema de contaminación en el sitio (en caso de que este sea trasladado a otro para su tratamiento).
- No hay restricciones por el tipo de material a remover.
- El equipo y maquinaria utilizados puede aplicarse tanto para la excavación como para la aireación.
- El suelo tratado puede regresarse al sitio de origen.
- Los fertilizantes utilizados y la materia orgánica utilizados como aditivos son relativamente accesibles.

Desventajas

Los factores que pueden limitar la aplicabilidad y efectividad del proceso son los siguientes:

- La generación de emisiones fugitivas puede ser un problema durante la operación.

- La inoculación de microorganismos degradadores de contaminantes orgánicos incrementa el costo.
- La existencia de áreas habitacionales cercanas puede ser restrictiva.
- Las adecuaciones a los suelos de tratamiento deberán estar bajo control.

Datos necesarios para aplicar la técnica

El volumen, tipo, concentración y profundidad del contaminante, clasificación de cultivos microbianos endógenos, pruebas de contenido inorgánico de los suelos a tratar, existencia de fuentes de abastecimiento de agua cercanas; así como las características del medio que lo contiene (suelo, arena, roca, etc.).

Datos de ejecución de la técnica

El uso de microorganismos exógenos debe contar con pruebas de adaptación y viabilidad en el sitio, en tanto que el uso de microorganismos autóctonos implica la realización de pruebas de viabilidad y eficiencia de éstos en la remoción de hidrocarburos. Deberá garantizarse la no-saturación de sales en el suelo una vez que se reintegre al sitio. Además, la profundidad y composición de lo que se requiere excavar deberá estar bien establecido, para evitar incrementos inesperados en los costos.

Costos

El costo estimado para esta técnica está en el rango de 200 a 600 dólares por tonelada, dependiendo de la naturaleza del material excavado, los métodos de excavación, la disponibilidad de vías de transporte, la disponibilidad del equipo en el mercado nacional y de la existencia de operadores capacitados.

Desorción térmica (ex situ)

Descripción

La técnica consiste básicamente en aplicar calor al suelo contaminado, por cualquier medio, para provocar la evaporación de los contaminantes, por lo que el suelo contaminado junto con el material que se encuentra inmediatamente debajo de éste, es removido y transportado para su disposición en sitios adecuados donde se realice el tratamiento. Estos sitios es conveniente ubicarlos cerca del área contaminada para reducir los costos y los riesgos implícitos en el transporte de los mismos.

Usualmente se requiere un pretratamiento del suelo contaminado antes de su destino-tratamiento, el cual consiste en homogeneizar el material hasta obtener concentraciones similares del contaminante en este, así como integrar los demás elementos del tratamiento. Para la aplicación del pretratamiento puede emplearse cualquier equipo para excavación, para este sitio en particular, únicamente se requiere de retroexcavadoras y cargadores frontales. La homogenización permite reducir los costos en cuanto a muestreos antes, durante y después del tratamiento ya que todo el material tendrá las mismas concentraciones, asimismo permite determinar una sola vez la cantidad de calor a aplicar y la duración del tratamiento. Asimismo, se evita problemas durante la operación por la consolidación natural que presenta el material, incrementando su porosidad y permeabilidad, lo que facilita la distribución de calor y también la liberación de gases.

Esta es una tecnología de tratamiento físico y es comúnmente usada como parte de las tecnologías de remediación ex situ, para hidrocarburos semivolátiles, poliaromáticos y otros. No existen límites en tipo de suelos que puedan ser excavados y removidos; sin embargo, la salud de los trabajadores y la seguridad tienen un gran peso en la decisión de excavar en suelos impregnados de combustibles. Otros factores que deben tomarse en cuenta son la movilidad de los contaminantes, los tiempos de tratamiento, y el costo de manejo y gestión de terrenos donde se dará tratamiento a los suelos (se utilizan otros terrenos que cuenten con mejores condiciones de accesibilidad y control que los sitios donde han ocurrido los derrames) y las medidas de seguridad para evitar contaminar otros sitios mientras se restauran los suelos contaminados después de ser excavados.

Por ser una tecnología física se deberán hacer un seguimiento en el contenido de las mezclas de suelo y buscar la conservación de texturas y propiedades del suelo existentes antes de ocurrido el derrame.

Una práctica común para reducir costos es usar alguna técnica biológica de remediación para los suelos menos contaminados o aquellos que ya han sido limpiados hasta concentraciones que los microorganismos puedan tolerar. Para

la aplicación de esta tecnología puede implementarse prácticamente cualquier equipo para excavación y para este sitio en particular, únicamente se requiere de retroexcavadoras, cargadores frontales y camiones para el acarreo. En cuanto a los equipos propios de la metodología se requiere de hornos que puedan elevar su temperatura desde 320 a 560 °C para volatilizar el agua y los compuestos orgánicos.

Ventajas

- Elimina el problema de contaminación en el sitio (en caso de que el material contaminado se traslade a otro sitio).
- La maquinaria utilizada es fácil de conseguir.
- No hay restricciones por el tipo de material a remover.
- Puede aplicarse en conjunción con otras tecnologías de remediación.

Desventajas

Los factores que pueden limitar la aplicabilidad y efectividad del proceso son los siguientes.

- La generación de emisiones puede ser un problema durante las operaciones.
- La lejanía del sitio contaminado al de depósito y/o tratamiento, incrementa el costo.
- La profundidad y composición de lo que se requiere excavar deberá estar bien caracterizado.
- La transportación de suelo contaminado a través de áreas habitacionales puede ser restrictiva.
- La tecnología requiere estar bajo control continuo.
- El uso de combustibles adicionales para alcanzar las temperaturas propuestas deberá ser un factor considerado en la planeación.

Datos necesarios para aplicar la técnica

Volumen, concentración del contaminante, profundidad del contaminante, parámetros tales como permeabilidad, tipo de suelo y textura, que permitan la liberación apropiada de vapores.

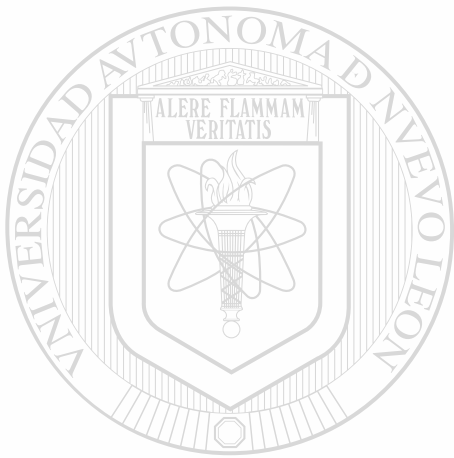
Datos de ejecución de la técnica

La desorción térmica a altas temperaturas puede restaurar hasta 5,000 toneladas de suelo contaminado aproximadamente en un mes. Sin embargo esto depende de la capacidad y características de los equipos y el número de los mismos, por lo que este valor puede variar considerablemente pero nos

puede dar una idea de lo que se puede lograr aplicando esta técnica en condiciones óptimas.

Costos

El costo estimado para esta técnica, está en el rango de 100 a 600 dólares por tonelada por concepto de uso de hornos y el costo total dependerá de la naturaleza del material excavado, los métodos de excavación, la disponibilidad de vías de transporte, la disponibilidad del equipo en el mercado nacional y de la existencia de operadores capacitados.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

▪ Evaluación y comparación de las técnicas seleccionadas

De acuerdo a los resultados de geofísica, perforación de sondeos exploratorios y análisis de laboratorio, se determinó la forma de la pluma contaminante, obteniéndose que el material contaminado que se encuentra en el subsuelo, en su mayoría, tiene concentraciones por debajo de las 2000 ppm, que es el límite considerado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en sus Criterios Internos de Restauración de Suelos, aprobados en la XXII Reunión del Grupo de Trabajo el 5 de noviembre de 1999 y actualizados en la XXV Reunión del GDT el 9 de febrero del 2000, para suelo con uso de suelo tipo industrial.

El volumen de suelo contaminado que rebasa las concentraciones de 2000 ppm es de 42 m³ (ver Plano No. 14 Pluma de contaminación para concentraciones de más de 1000 ppm en proyección isométrica) y se encuentran conformando dos elipsoides cuyo límite superior se encuentra a 3.5 m y 11.2 m de profundidad, respectivamente.

Es importante mencionar que desde el punto de vista toxicológico no representan un riesgo porque no existe exposición por parte de la población, ya que no hay contacto con ella, por encontrarse debajo de la superficie del terreno y porque no hay poblaciones cercanas al área de la fuga de diesel. Asimismo, no se detectó el nivel freático a menos de 40 m, por lo que el contaminante no ha entrado en contacto con el mismo, descartándose así un desplazamiento horizontal en la dirección del flujo subterráneo y la afectación de aprovechamientos de agua subterránea que sean utilizados en las localidades cercanas. Asimismo, en superficie no existe afectación porque el material contaminado que se encontraba en los tres primeros metros fue removido y colocado en lonas impermeables a unos metros al norte del sitio de la fuga. ®

En resumen se puede decir que dado el reducido volumen de suelo que rebasa las 2000 ppm, que no representa un riesgo a la salud a corto y mediano plazo, que se encuentra en un área donde no hay actividad humana, se considera que estos materiales no requieren tratamiento, sin embargo, la decisión final corresponde a la autoridad, por lo que esta será quien deba emitir su dictamen al respecto.

Por lo anterior, y considerando que en la Prueba de Tratabilidad No. 2 el suelo contaminado presentó un valor de 4.5×10^{-5} , valor que daría, en caso de aplicar la técnica de extracción de vapores, un radio de influencia bajo en los pozos para extracción de vapores, por lo que sería necesario realizar una densidad mayor de pozos que la promedio, se determinó que esta técnica no se aplicaría en este caso. Asimismo, la granulometría de los demás materiales perforados indicaba que había materiales con permeabilidades aún más bajas, por lo que el costo de esta técnica se incrementaría considerablemente.

Por otro lado, en el caso del material extraído del área afectada por la fuga de diesel y colocada sobre lonas tiene un volumen de 675 m^3 , el cual de acuerdo al muestreo realizado, la totalidad rebasa las 2000 ppm, lo cual es muy lógico si se considera que se extrajo del área donde estaba la fuga y donde se apreciaba la mayor afectación.

Considerando que los suelos acumulados en las lonas pueden ser tratados en el mismo sitio, previa autorización de las autoridades y de los propietarios de los terrenos, dado que no habría afectación a la población cercana y con el fin de disminuir los costos por la transportación de los suelos a un sitio donde se pueda aplicar la desorción térmica, además de que en este caso particular resulta más conveniente y económico la aplicación del tratamiento de tierras se seleccionó esta técnica para ser la que se aplique en el área afectada en el sitio.

8.2 TECNOLOGÍA DE RESTAURACIÓN PROPUESTA.

La tecnología de restauración que se propone para este sitio es la de tratamiento de tierra, mismo que será aplicado exclusivamente al suelo que fue extraído durante el derrame y colocado sobre lonas impermeables. Deberá considerarse acondicionar un terreno para su tratamiento.

- **Costos de la restauración**

En la siguiente tabla se presenta el resumen de costos para la limpieza del sitio. Estos costos fueron obtenidos considerando los precios considerados en los sitios que se aplicó esta técnica y que se citan en este mismo capítulo y ajustándolos de acuerdo a los precios.

TABLA 8.3. COSTOS APROXIMADOS PARA LA LIMPIEZA DEL SITIO

DESCRIPCIÓN	VOLUMEN DE SUELO CONTAMINADO (m^3)	PESO DEL SUELO CONTAMINADO (ton)	COSTO UNITARIO (Dólares/ton)	COSTO TOTAL (Dólares/ton)
Tratamiento de tierras	675.00	1,890.00	\$ 100.00	\$ 1'890,000.00

*Densidad real promedio del material de suelo = 2.8 Ton/m^3 (ver resultados físicoquímicos).

De acuerdo con la bibliografía en este tipo de trabajos, se puede establecer que la tecnología propuesta es capaz de reducir las concentraciones de los contaminantes en condiciones óptimas hasta niveles del orden de menos 100

ppm de hidrocarburos totales del petróleo (TPH's). Y el tiempo estimado para realizar este tipo de trabajo es de 6 meses.

- **Actividades de restauración a corto, mediano y largo plazo**

Las actividades de restauración a corto plazo serán aquellas que se realicen para la remoción de los hidrocarburos en las áreas aledaña del poliducto de 10" Ø y su tratamiento en sitios técnicamente apropiados y legalmente autorizados. Para realizar lo anterior es necesario delimitar físicamente el área contaminada con malla ciclónica o de cualquier otro material. Con la delimitación del área afectada se podrá impedir el acceso y restringir el paso de personas ajenas a los trabajos de restauración cuando éstos se realicen. A mediano y largo plazo se deberá establecer mecanismos de control y supervisión en el sitio restaurado.

- **Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales esperados durante las actividades de restauración**

Para llevar a cabo las actividades de tratamiento de los suelos en los sitios estudiados, se debe plantear previamente el diseño y construcción del área de operación, y la implementación de controles que minimicen la afectación ambiental. Se requiere considerar distancias de seguridad entre las áreas y un espacio para maniobras en donde se considere ruta de evacuación de emergencias.

Las medidas de mitigación que se deberán llevar a cabo para la limpieza de un sitio contaminado por diesel son las siguientes:

- a) Las áreas utilizadas para el almacenamiento temporal del material removido deberán ser niveladas para evitar encharcamientos y utilizar membranas impermeables, así como diques de contención.
- b) El área para el equipo de descontaminación debe ser una superficie dura capaz de retener el agua de lavado para captarla en fosas.
- c) Cubrir los suelos contaminados excavados para prevenir la lixiviación y fuga de polvos.
- d) Debido a que los suelos contaminados se encuentran en un estado terroso, en el sitio debe llevarse a cabo un monitoreo de aire durante el proceso, para determinar los niveles de inseguridad de compuestos contaminantes, específicamente compuestos volátiles.

e) Durante los trabajos se deberá llevar un cuidadoso control de los residuos, ya sean estos líquidos o gaseosos.

- **Experiencias en este tipo de remediación**

Las experiencias en este tipo de remediación indican la factibilidad de este tipo de tratamiento, siendo estas reportadas por la EPA, EUA, en los siguientes casos:

3. Sitio del Superfund, denominado Burlington Northern Superfund Site en Brainer/Baxter Minnesota.

En este lugar se trató un sitio contaminado con hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA's), y otros hidrocarburos semivolátiles no halogenados, así como compuestos fenólicos.

Los trabajos en este lugar duraron desde 1986 hasta 1994, tratando suelos con concentraciones por arriba de 20 000 ppm de hidrocarburos policíclicos aromáticos.

2. Sitio del Superfund, denominado Brown Wood Preserving Superfund Site en Live Oak, Florida.

En este lugar se trató un sitio contaminado con creosota, pentaclorofenoles e hidrocarburos policíclicos aromáticos, y otros hidrocarburos semivolátiles no halogenados.

Los trabajos en este lugar duraron desde 1989 hasta 1990, tratando suelos con concentraciones por arriba de 208 ppm en los parámetros ya mencionados, reduciéndolos hasta valores de 100 ppm para los indicadores químicos carcinogénicos totales, en este caso los hidrocarburos policíclicos aromáticos. ®

- **Niveles de limpieza**

Los niveles de limpieza que esta tecnología puede alcanzar bajo condiciones ideales se han establecido de menos de 100 ppm de hidrocarburos totales del petróleo.

- **Equipo y material utilizado en las actividades de restauración**

Cargadores sobre neumáticos tipo CAT 928 G, de 120 HP y capacidad de 2.6 Yd³.

Retroexcavadora CAT 416C, de 75 HP y capacidad de 1 Yd³.

Autoconcretera Merlo DBM-3500 (giratoria) de 114 HP con capacidad de 3.5 m³.

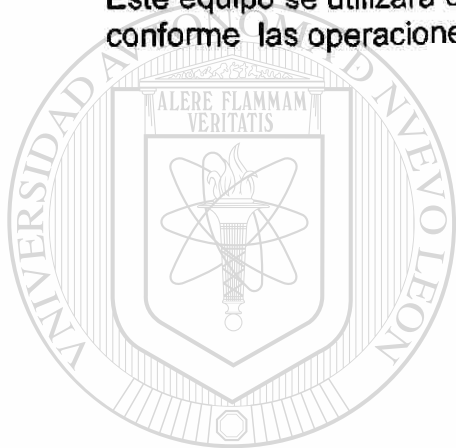
Material de muestreo para monitoreo conformado por frascos de muestreo con tapa con sello de Teflón y de color ámbar, guantes de látex, mascarillas.
Palas y pico para descompactar el material.

Carro cisterna o tinacos para distribución de agua y aditivos.
Lonas impermeables.

Selladora de lonas y uniones térmicas
Vehículos para el traslado de personal.
Casetas móviles para uso de personal en el sitio.
Malla ciclónica de protección.

Bomba de ½ HP.

Este equipo se utilizará en cada una de las fases del tratamiento y se aplicará conforme las operaciones calendarizadas



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

• **Perfil y actividades que realizara el personal responsable de las actividades**

Personal	Cantidad	Perfil	Actividades
Gerente de proyecto	1	Ingeniero especializado en el área de ciencias de la tierra y en tratamiento de sitios contaminados con hidrocarburos.	Coordinar actividades de campo y gabinete.
Ingeniero de obra	1	Ingeniero especializado en el área de ciencias de la tierra y en tratamiento de sitios contaminados con hidrocarburos.	Supervisar que los trabajos de campo se realicen de acuerdo con los procedimientos y normas aprobados por autoridades nacionales y extranjeras (cuando aplique).
Especialista en Biotecnología	1	Ingeniero especializado en el área biotecnológica y en tratamiento de sitios contaminados con hidrocarburos.	Supervisar la viabilidad y eficiencia de los microorganismos y plantas asociadas, en los trabajos de remediación.
Operador de maquinaria.	1	Técnico con conocimientos y experiencia en maquinaria pesada y en manejo de productos peligrosos y de riesgo.	Manejo de maquinaria y equipo especializado.
Ayudantes	2	Técnico con experiencia en manejo de productos peligrosos y de riesgo.	Apoyo en las actividades que sean realizadas, vigilancia (cuando aplique).

- **Programa calendarizado de actividades**

La duración de las actividades esta programada para seis meses, desde el inicio de las operaciones hasta la total restauración del sitio según el siguiente calendario de actividades:

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Conformación de la celda						
Adecuación de los materiales celda						
Homogenización de materiales (1 mes/semana)						
Tratamiento de la vegetación						
Monitoreos (1/mes)						
Bombeo de lixiviados (1 mes/semana)						

8.3 PRUEBAS DE TRATABILIDAD

Los estudios de tratabilidad pueden se utilizan para proveer Información específica acerca del potencial de aplicación de las tecnologías de tratamiento a una escala de campo en sitio específico. Asimismo, pueden ser de utilidad para evaluar y comparar la magnitud y rapidez de la remediación que ocurre entre varias de estudios de tratabilidad deberán ser conducidos en un microcosmos a escala de laboratorio o en reactores a escala piloto o en el mismo campo. Los estudios de laboratorio generalmente buscan usarse para:

1. Establecer la validez de la tecnología.
2. Generan información adicional que puede ser usada como indicadores del potencial para llevar a cabo las tareas programadas.
3. Identifican parámetros para investigación durante las pruebas escala piloto.

A continuación en la tabla 8.4, se describen las categorías de tratabilidad por asociación de niveles de restauración:

Tabla 8.4. Categorías de las pruebas de tratabilidad.

	ESCALA LABORATORIO	ESCALA DE BANCO	ESCALA PILOTO
Tipo de datos	Cualitativo	Cuantitativo	Cuantitativo
Parámetros críticos	Varios	Pocos	Pocos
No. de replicas	Simple / duplicado	Duplicado / triplicado	Triplicado o más

Tamaño del estudio	Pruebas de jarras o estudios en matraces	Algunos pueden ser extensos	Planta piloto (on site u off site)
Tipo de proceso usual	Lotes	Lotes o continuo	Lotes o continuo
Volumen de la corriente de residuos	Pequeña	Media	Grande
Tiempo requerido	Horas / días	Días/semanas	Semanas / meses
Costos (dólares)	10,000-50,000	50,000-250,000	250,000-1,000,000

Tomado de J. Russell (1995).

La U.S. Environmental Protection Agency recomienda realizar pruebas preliminares de tratamiento a escala de laboratorio con el fin de establecer la pertinencia de ejecutar estudios de tratabilidad en un nivel superior (EPA, Ficha tecnológica F-96-017, 1996). Considerando lo anterior y que el presente trabajo tiene como uno de sus objetivos particulares el de realizar dos pruebas de laboratorio o campo que ayuden a seleccionar y evaluar las técnicas de remediación aplicables para las características particulares del sitio y del tipo de contaminante del área afectada del poliducto de 10" Ø prueba de permeabilidad para determinar los valores de conductividad hidráulica del terreno, mismos que ayudaran a determinar la aplicabilidad de la extracción de vapores en el sitio y otra que ayudará a determinar la aplicabilidad de la técnica de tratamiento de tierras.

No se realizó una tercer prueba de tratabilidad porque no estaba contemplada dentro de los alcances, sin embargo, en el caso de la tecnología de desorción térmica, considerando que el tipo de contaminante es diesel se estimó que ésta sería aplicable en el sitio.

Las otras categorías de las pruebas de tratabilidad aplican en etapas posteriores a la que nos encontramos, ya que en estas ya se debe haber seleccionado la técnica de remediación a aplicar. Las pruebas a escala piloto o banco ayudan a determinar el diseño final del sistema de tratamiento, por lo que ya se debe conocer las características particulares de los equipos a emplear, los tiempos en los que se debe realizar el tratamiento, los recursos de los que se dispone, por lo que se recomienda que éstas se realicen siempre y cuando se hayan realizado suficientes pruebas de tratabilidad a escala laboratorio.

A continuación se describen las pruebas de tratabilidad realizadas y su interpretación:

- **Pruebas de laboratorio realizadas para verificar la tratabilidad de la tecnología propuesta**

Prueba No. 1. Para los trabajos desarrollados en el presente estudio se ha contemplado realizar las pruebas de tratabilidad que contemplen la movilidad de los contaminantes haciendo un análisis de parámetros fisicoquímicos en el suelo, para ellos se realizaron análisis a las muestras tomadas en los pozos nos. 7, 10, 11, para determinar los siguientes parámetros:

Composición del suelo: Ayuda a conocer la relación que existe entre los contaminantes y las partículas del suelo, que para el presente estudio se ha determinado una composición predominantemente arcillosa, lo que nos indica que la movilidad del contaminante es baja y que por otra parte dificulta la eliminación de los contaminantes una vez que se han integrado a esta matriz. La variabilidad de los materiales es mayor en el sentido vertical que en el horizontal, lo que se comprueba por la forma determinada de la pluma contaminante. La presencia de diesel en la matriz de estos materiales se presenta sin agregación de los materiales y permite el paso del contaminante a profundidad, por lo que la interacción física con estos materiales es gobernada de manera predominante por la difusión.

Textura: En la textura del suelo predomina la arcilla con inclusiones de materiales como calcio y sulfatos en proporciones bajas, que comprende diámetros de grano en el orden de 0.05 a < 0.0002 mm, estos materiales se conservan en la mayor parte de las muestras.

Estructura: La estructura del suelo es de tipo granular fino, del tipo de las arcillas en donde las partículas tienen formas redondeadas y compactación variable en función de la profundidad encontrada, los contaminantes pueden difundir en los intersticios menos compactos, mientras no haya saturación de agua en el suelo. La presencia de diesel no confiere una compactación mayor a este tipo de materiales, sin embargo, y para efectos de realizar la tecnología propuesta se propondrá la disgregación del material para llevar a cabo la restauración.

Permeabilidad: La permeabilidad de un material esta dada en función de la movilidad del agua en la matriz de un material poroso con unidades de metros recorridos por unidad de tiempo, en los materiales encontrados se ha determinado una permeabilidad que va desde 10^{-3} a 10^{-5} m/día, constituyendo un dren pobre por lo que los contaminantes ven favorecido un desplazamiento horizontal.

Porosidad: Es la relación de un material entre el volumen en su parte vacía u ocupada por aire y/o agua y su volumen total. La porosidad de los materiales encontrados tiene un valor promedio del 62 % y es congruente con los valores reportados en la bibliografía. Los fluidos contaminantes ocupan un gran volumen cuando se han integrado al material y la remoción será conducida considerando la relación de volúmenes de agua, aire, contaminante y

materiales encontrados del subsuelo. La capacidad de retención ocupada a un máximo por los contaminantes difícilmente los liberan, se deberá disgregar el material para realizar una efectiva remoción de estos.

pH: Este parámetro es de interés ya que la presencia de microorganismos está regido en parte por las condiciones apropiadas para la proliferación microbológica, en donde el factor pH es un limitante en el crecimiento de tales poblaciones. Los valores de pH están en el rango de 8 a 9. Las condiciones de pH encontradas son adecuadas para establecer una bioremediación y crecimiento vegetal, sin embargo se recomienda fijarlas hasta un valor de 7 (óptimo para el crecimiento microbiano).

Densidades: La densidad de estos materiales varía en función de los niveles de saturación, de la compactación y de la presencia de materiales diversos, sin embargo son materiales muy homogéneos que cambian su densidad al removerlos cuando se encuentran secos y/o húmedos. La densidad real encontrada para estos materiales es de 2.8 g/cm^3 , en materiales contaminados. Capacidad de intercambio iónico: Este factor de los materiales del subsuelo ayuda a establecer la presencia de micronutrientes para los microorganismos autóctonos del suelo, en este caso se ha establecido un valor de 272.0 meq/100g, siendo para el sodio de 11.7, para el calcio de 150.5, para el magnesio de 4.6, para el potasio de 0.3, para cloruros de 5.13, de sulfatos 16.0, de carbonatos 0.01, de bicarbonatos de 79.3 en meq/100g. Se tiene entonces, una relación iónica de 1.7 que indica un estado de equilibrio medio, apropiado para un tratamiento biológico.

Velocidad de absorción y adsorción: Por las características del sitio y el clima que prevalece en la zona de estudio, la sorción (absorción y adsorción), que está íntimamente ligada con la porosidad de los materiales, la saturación de estos y de la capacidad iónica de los materiales, se ha establecido que el valor de absorción promedio de 78.2 ml/h refleja una rápida captación de contaminantes como se espera para este tipo de suelos. Por lo que la velocidad con que ingresa a estos materiales es mas alta que la desorción indicando un tratamiento relativamente lento y estos materiales que han sido impregnados requieren un mayor esfuerzo para eliminarlos.

Composición microbológica del sitio: La diversidad microbológica de los materiales en los sitios estudiados es baja y deberá aumentarse con inserción de materiales ricos en microorganismos tal como excremento de animales o inoculación de cepas exógenas (el número dependerá de las especificaciones de cada proveedor) con alta capacidad para degradar los hidrocarburos. La cantidad de materia orgánica en el sitio es baja ($< 1\%$) por lo que se aconseja incrementarla hasta valores cercanos al 10 %, esto equivale a realizar un aporte de 67.5 m^3 de excretas y pasturas. Se sugiere la adición de microorganismos exógenos con alta capacidad, probada, para transformar y utilizar a los

hidrocarburos contaminantes, tales como pseudomonas, nitrosomonas y nitrobater.

La capacidad de remoción realizada por estos conglomerados microbiológicos deberá determinarse por el responsable de la remediación, ya que primero se deben seleccionar aquellos que se emplearán para este sitio o son utilizados generalmente por el restaurador.

Prueba No. 2: Se tomo la muestra del pozo No. 9 para realizar un análisis de permeabilidad de materiales, utilizando un permeámetro de carga variable y realizada a la muestra tomada a la profundidad de 2 m con el fin de verificar la efectividad de realizar la percolación de materiales aditivos en la matriz de suelo, la cual es una función de tal parámetro.

El procedimiento es el siguiente:

- a. Se labra la probeta en forma de cilindro.
- b. Se calcula el área.
- c. SE coloca la probeta en la cámara del molde del permeámetro.
- d. Se sella el hueco entre la probeta y el molde con parafina o material impermeable para evitar que el agua se infiltre lateralmente.
- e. Colocar una capa de arena sílica (Ottawa) de 1.5 cm.
- f. Fijar el material introducido en la cámara del permeámetro permitiendo un flujo laminar.
- g. Saturar completamente la probeta de análisis.
- h. Cerrar el molde.
- i. Agregar agua, verificando la lectura con respecto al nivel del agua.
- j. Tomar el tiempo necesario para que el agua baje de un nivel H1 a otro H2.
- k. Tomar temperatura del agua para determinar el coeficiente de viscosidad.®
- l. Repetir los últimos tres pasos como mínimo 5 veces para obtener un promedio.

Sustituir los datos en la ecuación correspondiente, para este caso, la permeabilidad del material de este pozo dio un resultado de 4.5×10^{-5} cm/seg. Por lo que la prueba de permeabilidad realizada en las muestra, indican que hay muy poca movilidad del agua en estos materiales, y por lo tanto, se deberá asegurar en trabajos de tratamiento una descompactación del material a tratar, disgregándolo, o bien introduciendo materiales que no afecten la calidad del suelo ni su estructura y textura original al final del tratamiento, tal es el caso de materiales biodegradables, como pastos, bagazo de caña u otros materiales agrícolas residuales de bajo valor comercial.

XII.1.9.- CONCLUSIONES.

1. El suelo en el sitio de estudio está contaminado por hidrocarburos, específicamente diesel. El suelo contaminado que deberá ser restaurado se encuentra en lonas provisionales instaladas por personal de PEMEX Refinación.
2. El volumen total de suelo contaminado en el sitio es de 717 m³, distribuido entre el que está en las lonas que actualmente contienen un volumen de 675 m³ y el material que se encuentra en el subsuelo de 42 m³. El material superficial (suelo entre 0 y 2 m de profundidad) del área aledaña del poliducto de 10" Ø Satélite-Gómez Palacio, tiene niveles de concentración de contaminantes por debajo de 2000 ppm de hidrocarburos totales del petróleo, que no excede los criterios internos de limpieza de la PROFEPA ya que entra dentro de la categoría de un suelo de tipo industrial (derecho de vía para transporte de hidrocarburos),.
3. Las concentraciones de hidrocarburos totales del petróleo, en las muestras tomadas de los pozos no superan las 2000 ppm en el suelo somero, y para los benzopirenos e hidrocarburos policíclicos aromáticos tienen concentraciones que están en el umbral de detección. Sin embargo, en el material que se encuentra en las lonas, las concentraciones de hidrocarburos totales del petróleo, de policíclicos aromáticos y de benzopirenos son altos (rebasan los criterios internos de PROFEPA). Estos sitios representan un riesgo potencial al ambiente ya que se encuentran excavados y pueden entrar en contacto directo con cualquier animal o el hombre. Sus vapores pueden ser transportados a través del aire, y sus partículas al desprenderse de la matriz pueden ser transportadas a través del aire hacia el suelo o el aire.
4. En los pozos 2 y 4 se han encontrado concentraciones por arriba de 2000 ppm de hidrocarburos totales del petróleo, constituyendo un volumen aproximado de 42 m³ en total, los cuales debido a la profundidad a la que se encuentran no presentan factibilidad técnico-económica para su restauración,. Además en estas muestras no se detectaron benzopirenos, ni hidrocarburos policíclicos aromáticos, reduciendo el riesgo a la salud asociado con este tipo de hidrocarburos.
5. La metodología de remediación que se recomienda para los 675 m³ de tierra contaminada, que ha sido depositada sobre lonas provisionales, es el de Tratamiento de Tierras. El costo de esta tecnología se ha calculado de 189,000.00 Dlls, que se planea desarrollar en un plazo máximo de 6 meses.

6. El material de suelo esta constituido principalmente de arcillas que tienen propiedades de retención altas, de baja permeabilidad, que sin embargo, por condiciones del ambiente local permiten una relativamente rápida absorción y una lenta desorción, por lo que el material se deberá disgregar y homogenizar para su tratamiento.
7. Debido al análisis hidrológico realizado en la zona, así como el hecho de no detectar ninguna corriente importante en un radio de 1 km a la redonda, la conclusión es que no se detecta ninguna afectación a alguna corriente ya sea permanente (que en el caso del área de estudio no se presentan) o intermitente. Por consecuencia, no se afectó algún cuerpo de agua, debido principalmente a que el nivel freático se encuentra a profundidades mayores a los 100 m, por lo que, una afectación a corrientes subterráneas y/o superficiales, a partir de esta fuente contaminante se descarta.
8. En el sitio de estudio, no existen zonas habitacionales contiguas y la población más cercana que se encuentra aproximadamente a un kilómetro de distancia, es una población denominada Loma Bonita. De acuerdo con la evaluación realizada en el sitio no se detecta ninguna afectación a tal población debida al material contaminado que se encuentra en el subsuelo.
9. El criterio con el cual se compararon los resultados de TPH's es el correspondiente a una zona industrial para el suelo depositado en las lonas, aún cuando no están dentro del derecho de vía, ya que provienen de una zona con esa clasificación, por tanto debe ser reincorporado a esa área una vez tratado, ya que si se incorpora a otro lugar con una clasificación de uso de suelo diferente tendría que aplicarse el criterio acorde a ese sitio que en cualquier caso sería menor que el industrial.

