

**Proyecto Desarrollo Institucional  
para la Gestión de Sitios Contaminados  
PN: 99.21.34.3**

# **MARCO CONCEPTUAL DE LA REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS**

**Dra. Cristina Cortinas de Nava**

**México D. F. 2002**

# COOPERACIÓN ENTRE



Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Proyecto  
Desarrollo Institucional y Gestión  
de Sitios Contaminados  
Dr. W. Schmidt  
Asesor



Lic. Victor Lichtinger Waisman,  
Secretario del Medio Ambiente y Recursos  
Naturales  
Biol. Raúl Arriaga Becerra,  
Subsecretario de Gestión para la Protección  
Ambiental  
Dr. Guillermo Román Moguel,  
Director General de Manejo Integral de  
Contaminantes

## IMPRESO

Título:

**MARCO CONCEPTUAL DE LA REMEDIACIÓN  
DE SITIOS CONTAMINADOS**

Autor:

**Dra. Cristina Cortinas de Nava**

Coordinación  
y redacción:

Dr. Ing. G. Wehenpohl - GTZ  
Dr. W. Schmidt - GFI Umwelt

Diseño grafico  
de portada:

Oscar Santiago Mar Mar

Publicado el:

Agosto de 2002 por GFI encargado de GTZ

Páginas:

158 p.

Esta publicación  
está disponible  
através del los  
webs sites:

[www.gtz.org.mx](http://www.gtz.org.mx)  
[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)  
Se autoriza la reproducción parcial o total,  
citando la fuente de referencia

©

Secretaría de Medio Ambiente Recursos y  
Naturales, 2002

©

Deutsche Gesellschaft für Technische  
Zusammenarbeit GTZ GmbH, 2002

## DIRECCIONES



Proyecto Sitios Contaminados  
Av. Revolución No. 1425,  
Col. Tlacopac San Angel  
01040 México, D.F.  
[sitcogtz@terra.com.mx](mailto:sitcogtz@terra.com.mx)



Gesellschaft für Infrastruktur  
und Umwelt mbH  
Königswintererstr.827  
D-53227 Bonn, Alemania  
[postmaster@gfi-umwelt.de](mailto:postmaster@gfi-umwelt.de)

---

# MARCO CONCEPTUAL DE LA REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS

---

Dra. Cristina Cortinas de Nava

# CONTENIDO

Prólogo .....	i
Presentación .....	iii
<b>1. DESARROLLO DE POLÍTICAS PÚBLICAS .....</b>	<b>7</b>
<b>2. BASES CONCEPTUALES GENERALES.....</b>	<b>15</b>
<b>3. EXPERIENCIAS DE LA GESTIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS EN MÉXICO .....</b>	<b>19</b>
3.1. Hallazgos y consecuencias de la verificación industrial .....	19
3.1.1. Industria paraestatal .....	22
3.1.2. Industria fronteriza y maquiladora.....	22
3.1.3. Índices de Cumplimiento de la Normatividad Ambiental (ICNA's).....	23
3.2. Hallazgos y consecuencias de las auditorías ambientales.....	24
3.2.1. Industria paraestatal .....	26
3.2.3. Industria privada .....	27
3.3. Atención a emergencias y contingencias ambientales.....	27
3.3.1. Tipos de eventos.....	27
3.3.2. Seguimiento de emergencias y restauración de suelos contaminados.....	28
3.4. Sitios abandonados con residuos peligrosos .....	29
3.5. Situación hasta noviembre 2000 .....	32
<b>4. MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL EN EL QUE SE HA SUSTENTADO LA GESTIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS EN MÉXICO .....</b>	<b>37</b>
4.1. Centralismo y discrecionalidad de la regulación ambiental .....	37
4.2. Características y evolución de la orientación de la legislación ambiental .....	38
4.3. Normatividad en materia de impacto ambiental y ordenamiento ecológico del territorio.....	39
4.4. Implicaciones del cumplimiento de la normatividad .....	40
4.5. Características de las normas técnicas ambientales .....	41
4.6. Disposiciones de la LGEEPA que han sustentado la restauración de suelos contaminados.....	43
4.7. Ley General de Salud.....	47
4.8. Arreglos institucionales en torno a la restauración de sitios contaminados.....	49
4.9. Atención a contingencias y emergencias ambientales.....	50
4.10. Red de Laboratorios Regionales de Control Ambiental.....	51
4.11. Arreglos Institucionales Actuales .....	51
4.11.1. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales .....	51
4.12. Secretaría de Salud .....	57
<b>5. PROBLEMAS Y LOGROS DE LA GESTIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS EN MÉXICO HASTA EL AÑO 2000 .....</b>	<b>59</b>
5.1. Marco institucional .....	63
5.2. Identificación, clasificación y priorización de sitios contaminados.....	64
5.3. Fuentes de contaminación .....	65
5.4. Tipos de residuos peligrosos frecuentes .....	66
5.5. Iniciativas de remediación .....	66
5.6. Aspectos tecnológicos.....	68
5.7. Desempeño de empresas de remediación.....	69
5.8. Dimensión transnacional del problema .....	70
5.9. Percepción social .....	71
5.10. Recomendaciones surgidas de la experiencia de la PROFEPA.....	72
<b>6. CONSIDERACIONES INTERNACIONALES SOBRE POLÍTICAS DE PROTECCIÓN Y REMEDIACIÓN DE SITIOS .....</b>	<b>74</b>
6.1. Comando y control .....	76

6.2. Incentivos económicos .....	77
6.3. Formulación de políticas .....	78
6.4. Participación pública en la formulación e implantación de políticas .....	79
6.5. Experiencias de otros países .....	79
6.5.1. La experiencia holandesa .....	80
6.5.2. La experiencia de Estados Unidos.....	84
6.5.3. Japón .....	88
6.6. Valorización de sitios remediados .....	92
6.6.1. Unión Europea .....	92
6.6.2. Estados Unidos .....	93
6.7. Síntesis .....	94
<b>7. EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS SANITARIOS Y ECOLÓGICOS .....</b>	<b>97</b>
7.1. Riesgos a la salud humana .....	97
7.2. Riesgos ecológicos .....	103
7.3. Prevención de la contaminación y sus riesgos.....	106
<b>8. REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS .....</b>	<b>111</b>
8.1. Consideraciones generales.....	111
8.1.1. Necesidad de actualización permanente .....	111
8.1.2. Dilemas de la caracterización de sitios contaminados.....	111
8.1.3. Dilemas de la definición del “riesgo aceptable” .....	112
8.2. Ética ambiental.....	115
8.3. Aspectos económicos, territoriales y sociales .....	117
8.4. Aspectos técnicos .....	121
<b>9. POLÍTICA AMBIENTAL RESPECTO A SITIOS CONTAMINADOS .....</b>	<b>125</b>
9.1. Ámbito, enfoque, objetivos y alcances de los campos de acción.....	126
9.2. Mecanismos de coordinación entre autoridades ambientales y sanitarias.....	128
9.3. Universo de sitios contaminados en establecimientos industriales y de servicios .....	129
9.4. Problemas ambientales y sanitarios a considerar .....	130
9.5. Aspectos logísticos y estratégicos .....	131
9.6. Principios, criterios e instrumentos de gestión .....	132
9.7. Líneas estratégicas .....	135
9.7.1. Mejora regulatoria .....	135
9.7.2. Evaluación de riesgos.....	137
9.7.3. Sistemas de información geográfica sobre sitios contaminados.....	138
9.7.4. Promoción de la limpieza de sitios contaminados.....	139
9.7.5. Comunicación y participación social .....	140
9.7.6. Estímulo a la investigación, desarrollo e innovación tecnológica.....	140
9.7.7. Fomento a la creación y consolidación de mercados ambientales .....	141
9.7.8. Integración de políticas .....	142
<b>ANEXO 1. TALLERES DE DELIBERACIÓN EN TORNO A LA REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS.....</b>	<b>146</b>
<b>ANEXO 2. BASES DE POLÍTICA PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y SU REMEDIACIÓN .....</b>	<b>148</b>



## **Prólogo**

El interés del Gobierno de México en atender la problemática relacionada con la contaminación derivada de la liberación al ambiente de materiales y residuos peligrosos, llevó a solicitar la asistencia técnica del Gobierno Alemán a través de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica GTZ<sup>1</sup>, a fin de llevar a cabo un proyecto cuyo objetivo es el “Desarrollo Institucional para la Gestión de Sitios Contaminados”.

En el marco del proyecto al que se hace referencia, se incluyó la elaboración de una propuesta de “Campos de Acción de la Política Ambiental Sobre Sitios Contaminados”, la cual se consideró debería cubrir aspectos tales como:

- El análisis del marco de política ambiental para la gestión de sitios contaminados y la revisión de los objetivos gubernamentales existentes;
- El desarrollo y, de ser el caso, la actualización de propuestas de políticas que sustenten la remediación de la contaminación del suelo en las actividades industriales que involucren el manejo de materiales y residuos peligrosos, considerando su riesgo al ambiente y la salud, así como los programas de ordenamiento ecológico o desarrollo urbano que resulten aplicables;
- La propuesta de políticas que fomenten la valorización de los suelos remediados y promuevan el reúso de éstos;

El presente documento se integró con el propósito de brindar en sus distintos capítulos, elementos que atienden a las cuestiones antes señaladas y otras más, que se consideró relevantes para el desarrollo de un ejercicio deliberativo a través del cual, personas interesadas en el tema pudieran participar en la formulación de políticas encaminadas a orientar los procesos de caracterización, evaluación y remediación de sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos, a fin de prevenir riesgos a la salud y al ambiente

Dado lo anterior, se espera que este documento sea de utilidad tanto para apoyar a las autoridades gubernamentales con competencia en la materia a sustentar sus políticas, programas y regulaciones en la materia, como para proporcionar a las partes interesadas los elementos de conocimiento que les permitan realizar juicios fundamentados sobre estos temas.

---

<sup>1</sup> Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit



## ***Presentación***

El contenido de este documento surge del análisis de múltiples fuentes de información nacional e internacional, las cuales aparecen referidas como citas bibliográficas en los pies de página en donde se les menciona, e incluye la consideración de las “Bases de política para la prevención de la contaminación del suelo y su remediación”, publicadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en diciembre de 2001. Asimismo, se han incorporado en el texto, las observaciones y opiniones de diversos especialistas, así como de funcionarios públicos y representantes de diversos sectores que tomaron parte en dos talleres de deliberación sobre los temas que aquí se exponen y que tuvieron lugar en la Ciudad de México en los meses de marzo y mayo de 2002, a quienes se cita en los Anexos y se agradecen sus contribuciones.

Puesto que este trabajo tiene como propósito brindar los elementos conceptuales para formular una política de salud y ambiente que permita atender los problemas que derivan de la contaminación de sitios con materiales y residuos peligrosos y, en su caso, proceder a su remediación y valorización, a manera de introducción se considera pertinente precisar el ámbito que se busca cubrir al revisar el estado actual del conocimiento en la materia y definir algunos de los términos a los que más frecuentemente se hace mención, para facilitar a los lectores la comprensión de los alcances de la política que se pretende desarrollar.

De conformidad con lo anterior, y en este contexto, se entiende como sitio contaminado: al lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que contenga materiales o residuos contaminantes que puedan representar un riesgo para la salud humana, el resto de los organismos vivos y el aprovechamiento de los suelos y cuerpos de agua, así como de los bienes o propiedades de las personas.

A su vez, se entiende por riesgo la probabilidad o posibilidad de que un contaminante de un sitio pueda ocasionar efectos adversos en la salud humana, en los organismos que constituyen los ecosistemas o en la calidad de los suelos y del agua, en función de sus características y de la cantidad que entra en contacto con los receptores potenciales. Asimismo, el concepto de riesgo incluye la consideración de la magnitud o intensidad de los efectos asociados y el número de individuos, medios ambientales o bienes que, como consecuencia, se verán afectados tanto en el presente como en el futuro.

Aunado a lo anterior, y para los fines que se persiguen en este trabajo, se define como remediación al conjunto de medidas a las que se someten los suelos y sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes, prevenir o reducir de manera duradera su dispersión en el ambiente sin modificarlos, y eliminar o reducir los cambios nocivos en las características físicas, químicas o biológicas de los suelos contaminados, a fin de prevenir o disminuir riesgos ambientales y a la salud.

Dada la magnitud del problema que representan los sitios contaminados a los que se hace referencia y el gran número de sitios contaminados que pueden existir en el país, de antemano se prevé la necesidad de abordar su estudio con un enfoque basado en prioridades, lo cual implica que la atención se centre en primer término en aquellos que representen un riesgo inminente para poblaciones humanas o ecosistemas vulnerables.

Por lo antes expuesto, se ha adoptado como definición de vulnerabilidad: al conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas, estratos ambientales y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que pueden llegar a ocasionar los materiales o residuos contaminantes, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños o deteriorar al ambiente.

Debido a que la remediación de los sitios contaminados presenta un grado de dificultad elevado y puede llegar a significar costos desmesurados, que compiten con el uso de los recursos financieros para otros fines de alta prioridad nacional, se ha considerado pertinente también, hacer patente que en todo momento es menos costoso y más fácil prevenir la contaminación ambiental, hecho que lleva a incluir en este documento consideraciones relativas a la urgente necesidad de adoptar medidas efectivas que frenen la contaminación de nuevos sitios.

Lo antes mencionado hace ver que estamos ante un problema que trasciende las cuestiones meramente científicas o técnicas y que tiene una connotación social y política importante, por lo que podría considerarse como una cuestión trans-científica, que requiere ser abierta a la consideración de los diversos sectores sociales, de manera que la política ambiental en la materia refleje de manera balanceada los intereses de dichos sectores.

Nos encontramos entonces ante un problema sumamente complejo, que sólo puede abordarse desde una perspectiva multidisciplinaria y multisectorial, al que no puede en todos los casos dársele una solución definitiva o que satisfaga por completo a todos los interesados, por lo cual se requiere construir una posición mutuamente acordada respecto a qué sitios deben remediarse y qué tanto es necesario limpiarlos. Puede incluso suceder, que no sea necesario o justificado limpiar un sitio dado, como también puede ocurrir que por su escaso valor un sitio no pueda volver a ser aprovechado.

La necesidad de construir una visión socialmente aceptable, económica y técnicamente factible, respecto a la gestión de los sitios contaminados, demanda el desarrollo de destrezas, estrategias, procedimientos y acciones destinados a comunicar a la sociedad en general y a los directamente afectados, en particular, las características de este problema y las opciones disponibles o factibles para hacerle frente, a fin de contar con el apoyo social para la instrumentación de la política ambiental en la materia.

En relación con diversos de estos aspectos ya se cuenta con experiencia en el país, puesto que desde la publicación en 1988 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y, sobre todo, a partir de la creación en 1992 de la Procuraduría Federal para la Protección del Ambiente (PROFEPA), se han inventariado sitios contaminados, promovido la remediación de algunos, así como desarrollado criterios y procedimientos para guiar las decisiones y acciones en la materia, lo cual ha dejado un número invaluable de lecciones que son consideradas como la base para sustentar nuevas propuestas.

El contenido del presente documento ha sido distribuido en nueve capítulos. El primero tiene como objeto proporcionar algunos elementos básicos respecto a lo que se entiende por política pública y cómo se construye una, puesto que lo que se busca es contribuir a formular una política de salud y ambiente respecto a la remediación de sitios contaminados.

En el segundo capítulo, se aportan una serie de elementos conceptuales que, de manera breve, dan una visión panorámica de cómo ha surgido el problema de la contaminación de sitios y cómo ha evolucionado la forma en que éste ha sido abordado para darle solución.

En el tercer capítulo, se revisan las disposiciones legales ambientales y sanitarias que proporcionan el marco con base en el cual se han venido desarrollando en México las actividades relacionadas con la remediación de sitios contaminados, y se ponen de relieve las áreas de oportunidad para fortalecer el régimen jurídico en la materia.

En el capítulo cuarto, se resumen los avances logrados en México en la gestión de los sitios contaminados hasta el año 2000, para derivar de ellos lecciones que permitan avanzar en el logro de los objetivos de protección de la salud y el ambiente, respecto de los riesgos que estos sitios pueden representar.

Como un marco de referencia, se describen en el capítulo quinto las experiencias y enfoques de otros países, los cuales resaltan la complejidad de este campo. En tanto que el capítulo sexto aborda las cuestiones relacionadas con la evaluación y prevención de los riesgos a la salud y al ambiente que conlleva la presencia de sustancias tóxicas y peligrosas en los sitios contaminados.

En el capítulo octavo se plantean los retos que se presentan a quienes están involucrados en la remediación de sitios contaminados y proporcionan orientaciones generales para hacerles frente.

Finalmente, en el capítulo noveno, de manera sintética se enuncian algunos de los elementos que, derivados del análisis de la información contenida en los capítulos anteriores y de las conclusiones de los mismos, podrían ser considerados en la formulación de una política nacional de remediación de sitios contaminados orientada a prevenir riesgos a la salud y al ambiente.



# 1. DESARROLLO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Las políticas públicas son cursos o campos de acción tendentes a la solución de problemas públicos definidos a partir de la interacción de diversos sujetos sociales, y mediante los cuales se tratan de utilizar de manera más eficiente los recursos públicos y adoptar decisiones a través de vías democráticas, con la participación de la sociedad.

Siendo este un documento que busca servir de base a la definición de los campos de acción de una política nacional orientada a proteger la salud de la población y al ambiente, en relación con los riesgos que pudieran derivar de la existencia de sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos, se considera pertinente determinar en este contexto lo que se entiende por política pública. Para ello, en el Cuadro 1 se resumen algunos de sus componentes que aparecen referidos en las definiciones contenidas en los diccionarios de ciencia política.<sup>2</sup>

**Cuadro 1. Contenidos de las Políticas Públicas**

Contenidos	Observaciones
Institucional	La política es elaborada o decidida por una autoridad formal legalmente constituida en el marco de su competencia y es colectivamente vinculante.
Decisorio	La política es un conjunto-secuencia de decisiones relativas a la elección de fines y/o medios, de largo o corto alcance, en una situación específica y en respuesta a problemas y necesidades.
Conductual	Implica la acción o la inacción, hacer o no hacer nada; pero una política es, sobre todo, un curso de acción y no sólo una decisión singular.
Causal	Son los productos de acciones que tienen efectos en el sistema político y social.

Asimismo, la política puede considerarse como:

“Reglamentos y programas gubernamentales, considerados individualmente o en su conjunto, esto es, los productos de las decisiones de autoridad de un sistema político. Puede tomar la forma de leyes, órdenes locales, juicios de corte, órdenes ejecutivas, decisiones administrativas y hasta acuerdos no escritos acerca de lo que se debe hacer. Por política suele entenderse un conjunto o secuencia de decisiones más que una decisión singular acerca de una acción de gobierno particular. Algunos la entienden como decisiones de fines y preferencias y la distinguen de las decisiones relativas a los medios para alcanzar los fines. Otros, en contraste, consideran que la política incluye los medios y los fines. En algunos contextos denota decisiones de objetivos a largo plazo o

<sup>2</sup> Majone G., *Evidencia, Argumentación y Persuasión en la Formulación de Políticas*. México. Colegio Nacional de Ciencias Políticas y Administración Pública A. C. y Fondo de Cultura Económica. 1997.

directrices generales de acción gubernamental que guían las acciones de corto plazo en situaciones específicas”.<sup>3</sup>

En la actualidad, se reconoce que el interés público descansa en la pluralidad y no en la atención de tipo individualista y patrimonialista de la acción pública; entendiéndose por “lo público”, no sólo lo relativo al gobierno, sino un elemento más del espacio público que no se agota en él.

Lo anterior deriva de la aceptación de la complejidad social en la que conviven e interactúan diversos actores que tienen intereses diferentes y, en algunos casos inclusive opuestos; lo cual hace difícil alcanzar soluciones fáciles a los problemas que los involucran. De ahí que sea necesario establecer puentes entre unos y otros y procesos de negociación, para adoptar vías de solución que reflejen de manera balanceada los intereses de todos, aunque no sean las óptimas.

Ciertos autores, ponen de relieve la importancia del acto comunicacional en la formulación de las políticas y conciben al público ciudadano en su real dimensión; con saberes específicos, o no, en el abordaje de los problemas de orden común, con intereses oprobiosos o legítimos, y el cual se hará escuchar a fin de participar, lo cual lleva a que sea escuchado.<sup>4</sup>

A quienes están interesados en estudiar las políticas públicas, se les suele recomendar el dividir las en fases, tales como:

1. la formulación;
2. la decisión;
3. la implementación; y
4. la evaluación.

En forma simplista, en la etapa de formulación de políticas, se procede a recopilar y analizar información, con base en la cual sustentar las propuestas de cursos o campos de acción para atender o resolver un problema de carácter público. Es en esta etapa en la cual se suele proceder a la consulta de las partes interesadas, buscando alcanzar consensos en cuanto a lo que se debe o no se debe de hacer. Consecuentemente, se reúnen los elementos necesarios para orientar las decisiones al respecto, que son adoptadas en la segunda etapa del proceso; para proceder a su instrumentación. Finalmente, la última etapa consiste en evaluar el desempeño de las políticas adoptadas y, en su caso, reformular éstas para incorporar medidas no consideradas o corregir otras inapropiadas y alcanzar con éxito sus objetivos.

El acto de gobernar mediante el establecimiento de políticas, implica establecer principios, fijar criterios, determinar objetivos, seleccionar rutas estratégicas de acción, identificar actores, definir procedimientos, precisar tiempos e instrumentos.

De esta manera, la política de Estado se define por los objetivos, planes y programas, que dan origen a las políticas públicas. Cuando diversas políticas sectoriales inciden en la solución de un problema, se tiende a establecer vínculos entre ellas en el marco de planes nacionales, como ocurre en México con el Plan Nacional de Desarrollo.

---

<sup>3</sup> Aguilar Villanueva L., *La hechura de las políticas*. México. Editorial Porrúa.

<sup>4</sup> Idem, nota 2

¡La política pública está hecha de ideas expresadas en palabras!

Abundando en las consideraciones en torno de la elaboración de políticas y en la deliberación pública, es importante destacar la importancia de la argumentación –oral o escrita-, en todas las etapas del proceso de formulación de políticas. Podría decirse que existe un largo camino de debate y mutua persuasión en la construcción de una política pública.

En el caso de los problemas ambientales, el proceso se inicia con la expresión de preocupaciones generales de los diferentes actores y sectores sociales, se continua con el análisis de alternativas de solución y termina cuando se adoptan decisiones concretas; todo lo cual puede darse en distintos foros, en diversas circunstancias y con la obtención de varios tipos de productos o de resultados. En este modelo idealizado de la participación pública en la elaboración de políticas, no se tienen en cuenta aspectos que pueden incidir en el proceso tales como:

- Las imposiciones de grupos de poder;
- El cabildeo de los grupos de interés;
- La distribución desigual del conocimiento en la materia; y
- El bajo nivel de participación ciudadana activa.

Lo que se trata de destacar, por el contrario, es la importancia de la argumentación como proceso fundamental para que los ciudadanos y los gobernantes puedan desarrollar juicios morales y elegir políticas en campos específicos de la acción pública, como es el caso del relativo a la protección del ambiente y la salud, en contra de los riesgos que pudieran derivar de la contaminación por sustancias y residuos peligrosos.

Mediante estos procesos de discusión pública, se logra movilizar y compartir conocimientos, intercambiar experiencias e identificar intereses mutuos alrededor de problemas específicos, en este caso la atención al problema relativo a los sitios contaminados. A lo largo de dichos procesos, los participantes se sienten alentados a ajustar su visión de la realidad, e incluso a cambiar sus valores, si el proceso de persuasión mutua es exitoso; con lo cual se dejan de lado los métodos autoritarios o tecnocráticos de elaboración de políticas.<sup>5</sup>

Para sacar el máximo provecho de este tipo de procesos de consulta y participación pública, se necesita recurrir a reglas y procedimientos adecuados para abrir el debate y recabar las ideas con base en las cuales construir o afinar las propuestas de políticas; con ello se permite de forma ordenada y respetuosa recabar un número importante de opiniones, sin obstruir su formulación, a fin de llegar a conclusiones mutuamente aceptadas. Esto significa “institucionalizar el debate”.

Existen sin embargo problemas que trascienden las cuestiones de carácter meramente científico- técnico o político, que dificultan la institucionalización del debate, como son las

---

<sup>5</sup> Op. cit.

que se consideran como de carácter “trans-científico”: o sea, cuestiones de hecho que pueden enunciarse en el lenguaje de la ciencia pero que, en principio o en la práctica, es imposible que ésta las resuelva.<sup>6</sup>

Para dar una idea del dilema que este tipo de cuestiones plantean, y que es sumamente relevante para el tema de los sitios contaminados con sustancias tóxicas que nos ocupa, se utilizará la referencia que al respecto se ha hecho, en relación con la determinación de los efectos de la radiación de bajo nivel sobre la salud. En este caso, se ha calculado que se requieren cerca de ocho mil millones de ratones para determinar, a través de experimentos de laboratorio y al nivel de confianza de 95%, si una dosis de radiación de rayos X de 150 milirrems, aumentaría en 0.5% la ocurrencia de mutaciones espontáneas en los ratones. Evidentemente, un experimento así no es factible, tanto por razones de tiempo como de número de ratones a someter a experimentación. Lo mismo sucede cuando se pretende determinar la cantidad “virtualmente segura” de una sustancia tóxica, lo cual se considera también como una cuestión “trans-científica”.<sup>7</sup>

A fin de hacer frente a problemas como los antes planteados, se ha recurrido a modelos basados en la extrapolación de datos y en estimaciones matemáticas que, aunque estén basados en muchos supuestos y por tanto llenos de incertidumbre, se consideran como una herramienta indispensable para que los tomadores de decisiones puedan determinar el nivel de protección a establecer para la población y los ecosistemas; de lo cual es un ejemplo claro la aplicación de la metodología de evaluación de riesgos a la salud y al ambiente para decidir qué sitios contaminados remediar y qué tanto limpiarlos.

Lo antes expuesto lleva a resaltar que, cuando se intersecan la ciencia, la tecnología y la política, pueden entrar en conflicto diferentes actitudes, perspectivas y reglas de argumentación, y no es raro que los criterios científicos de verdad, choquen con las normas legales de las evidencias y con las nociones políticas de lo que constituye una base científica suficiente para la acción. En estas circunstancias, y no existiendo ningún procedimiento objetivo para verificar las conclusiones de los análisis que se realizan al respecto, la credibilidad de los expertos se vuelve tan importante como su capacidad.<sup>6</sup>

Cabe señalar que, en el mundo moderno, están apareciendo con mayor frecuencia en el debate público, cuestiones relacionadas con decisiones reguladoras que tienen que ver con asuntos de carácter trans-científico, como las relacionadas con la seguridad nuclear, la evaluación de la tecnología y con la remediación de sitios contaminados con residuos peligrosos, cuyo manejo asemeja más a los procedimientos litigiosos de un tribunal, pero sin que existan reglas procesales generalmente aceptadas.<sup>6</sup> En particular, existe una diferencia entre estos debates y los de carácter litigioso, que deriva del hecho de que en la ciencia no se considera la credibilidad de los testigos, sino su competencia en el campo específico de que se trate o su capacidad para establecer la verdad científica, lo cual no puede tener lugar de manera confiable durante un litigio.

Para sortear la dificultad que representa la situación antes señalada, para resolver este tipo de disputas acerca de problemas científicos que tienen implicaciones en las políticas, se ha propuesto la realización de una cuidadosa disección de los problemas de que se trate, en sus componentes técnicos y los meramente políticos. De esta manera, los

---

<sup>6</sup> Weinberg A., Science and Trans-Science. En: Minerva, 10, núm. 2 (abril de 1972), pp. 209-222. Citado en la nota 3.

<sup>7</sup> *Idem*, nota 3

expertos podrían circunscribirse solamente a los aspectos técnicos y presentar sus evaluaciones para ser sometidas a un proceso político, mediante el cual se determine la respuesta política apropiada a los problemas.

En tales condiciones, por un lado se requeriría de un “tribunal científico” para examinar y decidir únicamente sobre los hechos científicos y, por otro, de un “colegio de jueces”, que deberían ser expertos reputados en las áreas de que se trate, y que estarían a cargo de elaborar un informe en el cual se destaquen los puntos de acuerdo a los que lleguen y que, en su caso, podría incluir la propuesta de realización de proyectos específicos de investigación para aclarar puntos en los que no se haya alcanzado un acuerdo.<sup>8</sup>

Sin embargo, se piensa que sólo debería resolverse mediante un proceso litigioso, que incluya a expertos y generalistas, a aquellas controversias que no pudieran solucionarse mediante el conocimiento científico o una investigación rápida que pueda realizarse a un costo razonable. La experiencia ha mostrado que, en este tipo de casos, se establece una confrontación dialéctica entre generalistas y expertos, por la existencia de supuestos implícitos, interpretaciones encontradas de los hechos y riesgos de los nuevos proyectos. Pareciera ser que los expertos técnicos tienden a mostrar una parcialidad en la evaluación de sus propuestas y a mostrarse escépticos respecto de las evidencias de posibles efectos negativos, en mayor medida que alguien menos comprometido con el proyecto particular en el que están involucrados. Lo anterior, en razón del supuesto inicial de que la innovación es lo que el innovador espera, sin consecuencias negativas que reduzcan el atractivo de su ejecución práctica.<sup>9</sup>

A manera de ejemplo, y para ilustrar lo antes referido, la toma de conciencia acerca de los riesgos inherentes a la ingeniería nuclear en los Estados Unidos y en Europa occidental, parece ser en gran medida la consecuencia del debate público; mientras que en la Unión Soviética la falta de seguridad en algunas de sus plantas nucleares, podría considerarse como un reflejo del desarrollo de la tecnología nuclear sin la restricción de la crítica y de la preocupación públicas. Es por las razones antes enunciadas que se considera que no debe esperarse que los conocimientos tecnológicos conduzcan al descubrimiento de los riesgos inherentes y las implicaciones sociales de las nuevas tecnologías.<sup>8</sup>

Dado lo anterior, se piensa que más que nunca es necesario mejorar los métodos y las condiciones del debate crítico y de institucionalizarlo a todos los niveles de la elaboración de políticas. Este interés de elaborar métodos de investigación crítica, adaptados al proceso de deliberación pública, está ligado al origen de la democracia.<sup>8</sup>

En este caso, adquiere gran actualidad la técnica general del discurso crítico denominada *dialéctica*, desarrollada por los Griegos, ya que se trata de un método de argumentación que se caracteriza por la naturaleza de sus premisas y el contexto social de sus aplicaciones, más que por la forma de razonamiento en la que se basa (aunque la discusión mediante preguntas y respuestas llegó a considerarse como su forma paradigmática).<sup>8</sup>

En una argumentación dialéctica, se parte de los puntos de vista existentes en una comunidad y su conclusión es el entendimiento compartido del asunto en discusión, a

---

<sup>8</sup> Kantrowitz A., Proposal for an Institution for Scientific Judgement. Science, 156, núm. 3776 (12 de mayo de 1967), pp. 763-764. (citado en nota 3).

<sup>9</sup> *Idem*, nota 3

diferencia de las disciplinas científicas que constituyen formas especializadas del conocimiento sólo al alcance de los expertos, mientras que en el caso de la dialéctica todos la pueden emplear ya que esencialmente todos tienen ocasión de criticar o defender un argumento. Los usos principales de la dialéctica, de conformidad con el pensamiento Griego, son:

1. Como método de examen crítico de los fundamentos y supuestos de las diversas disciplinas especializadas;
2. Como técnica para defender las opiniones propias y procedimiento para aclarar las cuestiones polémicas; y
3. Como proceso educativo que transforma al hombre común en un ciudadano informado y al especialista en una persona capaz de comunicarse con sus conciudadanos.

Puesto que el área de las políticas públicas en materia de sitios contaminados con residuos peligrosos y de su remediación es sumamente contenciosa, se ha creído conveniente apoyarse en la deliberación dialéctica para realizar un análisis de los cursos y campos de acción de las políticas que se han seguido en este rubro en otros países y en México, a fin de identificar oportunidades para fortalecer la visión del Estado y de la sociedad a este respecto y de orientar la acción pública para prevenir o mitigar los riesgos que dichos sitios representan.

La importancia de apoyarse en la dialéctica para definir una política ambiental y sanitaria en este campo particular, deriva de que frecuentemente los tomadores de decisiones se enfrentan a circunstancias como las siguientes:

- Carencia de evidencias irrefutables de una relación directa entre la existencia de sitios contaminados y la ocurrencia de daños a la salud y al ambiente.
- Falta de datos acerca de la toxicidad de algunas de las sustancias contaminantes para el ser humano o para la amplia gama de organismos de la biota acuática.
- Gran número de supuestos que intervienen en la evaluación de los riesgos de los sitios contaminados que crean incertidumbres.
- Elementos subjetivos que intervienen en la percepción de los riesgos relacionados con tales sitios.
- Limitaciones para conocer los alcances y problemas que conllevan los distintos tipos de tecnologías aplicadas a la remediación de sitios contaminados.

La aportación de la dialéctica en este tipo de debates, deriva de que contribuye al proceso de deliberación mediante la aportación de argumentos persuasivos.

Por la razón antes señalada, en el documento del cual forma parte este texto, se han reunido una serie de argumentos para apoyar la delineación de una propuesta de campos de acción de una política pública sobre sitios contaminados, así como la realización de un ejercicio deliberativo y participativo en el cual, mediante la consulta a una serie de personas involucradas en aspectos relacionados con el desarrollo de conocimientos en la materia y con la gestión de estos sitios, se ha tratado de afinar y fortalecer la propuesta.

Como punto de partida, se ha intentado dejar de lado toda posición preconcebida, para abordar de manera abierta la definición de los problemas asociados con la contaminación de sitios con materiales y residuos peligrosos, así como de los resultados que se buscan alcanzar con su remediación. El segundo paso, una vez identificados los resultados

esperados, ha sido precisamente la consideración de los campos de acción a establecer para obtenerlos de manera costo-efectiva, sin distraer los escasos recursos de los que se dispone para hacer frente a otros riesgos que podrían ser más relevantes para la sociedad y el ambiente, así como de una forma socialmente aceptable. Esto llevará sin duda, a que México cuente con una política propia en esta área de la política pública, que se ajuste a las variadas características y circunstancias de las distintas entidades que conforman el territorio nacional, a su sistema jurídico, a sus capacidades institucionales, a sus recursos económicos y tecnológicos, a sus valores culturales y sociales, y a sus expectativas de desarrollo sustentable.



## **2. BASES CONCEPTUALES GENERALES**

La tecnología es sólo uno de los elementos requeridos para la limpieza de sitios contaminados, a ella se deben sumar conocimientos científicos sólidos, una política basada en principios éticos y de otra índole que las partes interesadas hagan suyos, una estrategia que permita disponer y hacer un uso lo más efectivo posible de los recursos financieros para ello, así como aprovechar, en su caso, las propiedades que hayan sido restauradas.

A nivel mundial, los procesos de extracción, producción, formulación, almacenamiento, utilización y disposición final de sustancias químicas peligrosas en las diversas actividades productivas se han acompañado de la liberación de éstas al ambiente, ya sea a través de emisiones contaminantes a la atmósfera, de la descarga de aguas residuales contaminadas con ellas o de la generación y eliminación de los residuos que las contienen, a lo cual se suman las fugas y derrames o los accidentes químicos en las instalaciones en las que se manejan o durante su transporte.

Lo anterior, se ha traducido en la constitución de un gran número de sitios contaminados por doquier, los cuales, dependiendo del tipo de sustancias peligrosas que involucran y de la vulnerabilidad del entorno y de las poblaciones humanas o de los ecosistemas circundantes, representan riesgos de distinta magnitud que demandan ser evaluados y controlados para minimizar los daños a la salud, al ambiente y a los bienes; lo cual entraña un alto grado de dificultad y costos elevados.

Los países más industrializados y con economías más desarrolladas del mundo, fueron los primeros en hacer frente a este problema, a través del establecimiento de políticas, programas, bases legales, instrumentos económicos y financieros, metodologías, tecnologías, y esquemas de comunicación y participación pública, que han dejado un legado de experiencias positivas y negativas, que pueden servir de base para aquellos que recién inician el acercamiento a este tipo de problemas y que no cuentan con los mismos recursos para atenderlos.

El dilema al que se enfrentan los tomadores de decisiones en este campo, estriba en determinar qué tanta protección se debe otorgar a las poblaciones humanas en riesgo, cuando no se cuentan con todos los conocimientos necesarios para precisar la magnitud de dicho riesgo, sus implicaciones y las posibles alternativas para reducirlos a un nivel conveniente, a través de medios efectivos desde la perspectiva ambiental y sanitaria, aceptables desde el punto de vista social y económicamente factibles; lo cual constituye un problema de carácter ético.

Este dilema se vuelve más complejo, si se consideran los otros riesgos que conlleva la contaminación de sitios con sustancias peligrosas, tales como el deterioro de los suelos y cuerpos de agua, la afectación de especies sensibles de la biota acuática o terrestre expuestas a ellas, o los daños a la propiedad privada y a los bienes; aspectos que han sido menos estudiados o considerados en la toma de decisiones respecto de los sitios contaminados, aunque se considera que inciden de manera significativa en la salud y bienestar de las poblaciones en riesgo.

Tratándose de riesgos a la salud, no puede dejarse de lado que dichas sustancias peligrosas pueden afectar también la salud de los trabajadores de las instalaciones contaminadas o de aquellos que intervienen en los procesos de limpieza y remediación de los sitios contaminados; razón por la cual debe existir una vinculación estrecha entre las autoridades ambientales facultadas e involucradas en la regulación y control de los sitios contaminados, las autoridades sanitarias y las responsables de velar por la salud de los trabajadores.

Dada la magnitud del problema que representan los miles de sitios contaminados, se ha visto la necesidad de desarrollar criterios, metodologías y estrategias para establecer prioridades de limpieza, en función de los riesgos que la contaminación de los sitios puedan representar para las poblaciones vecinas a ellos, en los cuales ha influido la presión de grupos sociales que se han sentido discriminados y que han exigido que al determinar tales prioridades se apliquen criterios de equidad que protejan de igual forma a los individuos en riesgo sin discriminar a las minorías y comunidades de bajos ingresos económicos. Asimismo, la presión social ha llevado a establecer bases legales y mecanismos para asegurar el acceso público a la información sobre los sitios contaminados y sus implicaciones, así como la participación de las partes interesadas en la determinación de la conveniencia o no de limpiarlos y de los niveles de limpieza a alcanzar, y en la formulación de estrategias para lograrlo.

Puesto que los riesgos a los que ha venido haciéndose referencia derivan, entre otras cosas, de las características o propiedades inherentes de las sustancias químicas que les confieren peligrosidad, las principales industrias químicas productoras de tales sustancias han propugnado por tomar parte en los procesos de evaluación y diseño de políticas para prevenir y reducir riesgos asociados a ellas, para compartir la información y experiencia al respecto.

No menos importante ha sido el desarrollo de actividades tendentes a definir enfoques, estrategias y mecanismos para acelerar la limpieza de los sitios contaminados, buscando evitar la parálisis en la que pudiera caerse ante los obstáculos que representa la información y los recursos limitados disponibles, de manera a guiar a los tomadores de decisiones a determinar niveles de limpieza y posibles usos y valorización de los sitios remediados, sin con ello atentar contra la seguridad de las poblaciones en riesgo.

Tampoco puede dejarse de mencionar la experiencia adquirida respecto de las barreras que se oponen al desarrollo de este tipo de actividades en un marco ético, de equidad y sustentabilidad, entre las que se encuentran el cabildeo político que realizan quienes han sido responsables de la contaminación, los intereses enmascarados de empresas involucradas en la remediación de los sitios contaminados, los intereses económicos de individuos o grupos oportunistas que buscan sacar provecho de la ansiedad pública que causan estos sitios, e incluso los actos de corrupción para eludir el cumplimiento de la legislación en la materia.

La introducción de una visión de los sitios contaminados como una “propiedad” dotada de un valor susceptible de ser aprovechado en el corto, mediano o largo plazos, introdujo una dimensión económica y social al dilema de su remediación, con lo cual se pasó de un enfoque basado principalmente en la selección de las tecnologías apropiadas para prevenir o reducir riesgos, a otro centrado en la determinación de los niveles de limpieza en función de los posibles usos futuros del suelo para reaprovecharlos. Aunque, en

determinados casos, generalmente de sitios sin valor económico y sin poblaciones en riesgo a sus alrededores, ha sucedido que la mejor opción resultó ser dejar el sitio como estaba, o bien la adopción de medidas de contención para evitar la dispersión de los contaminantes, permitiendo que los mecanismos naturales de degradación de los mismos tuvieran lugar.

El desafío reside en lograr un claro entendimiento de las implicaciones futuras de las decisiones que adoptemos en el presente respecto de los sitios o propiedades contaminadas y de los requerimientos que éstas imponen en cuanto a la determinación de los usos del suelo de los lugares sujetos a limpieza y al seguimiento que debe dárseles para mantener los niveles de protección a la población requeridos.

Lo antes expuesto, muestra las diversas dimensiones del problema y el carácter multidisciplinario e intersectorial que adquiere el trabajo en este campo, lo cual hace indispensable vincular distintas políticas gubernamentales e instrumentos regulatorios y económicos, el establecimiento de alianzas y sinergias con diferentes actores y sectores sociales, así como el desarrollo de las diversas capacidades requeridas.

En México, a lo largo de los últimos veinte años, se han ido acumulando evidencias de la existencia de sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos, del potencial de riesgo que éstos conllevan para la salud de la población y para el ambiente, así como de la enorme dificultad para caracterizarlos y llevar a cabo su limpieza, dada la carencia de un marco regulatorio en la materia para sustentar las decisiones, un incipiente desarrollo de las capacidades para evaluar y administrar riesgos químicos, así como una débil infraestructura tecnológica y escasez de recursos financieros para ello.

Así, por ejemplo, en la década de 1960 se reportó la exposición a arsénico en una población aledaña a una empresa metalúrgica ubicada en Torreón, Coahuila, como consecuencia de la contaminación del agua del pozo del cual se abastecían, asociándose ésta a la acumulación de minerales conteniendo arsénico en los patios de dicha empresa y su infiltración hacia el acuífero. La misma empresa se vio involucrada treinta años más tarde, en un episodio de mayores alcances provocado por la emisión durante años de plomo y presencia de niveles elevados de este metal en la sangre de los niños de la población vecina a ella.

Otro caso que alcanzó una amplia cobertura por los medios informativos, se difundió en la década de 1970, al generarse protestas públicas por el empleo de residuos conteniendo cromo para recubrimiento de las calles que rodeaban una empresa productora de cromita. La inspección de la empresa puso en evidencia problemas graves en el manejo del cromo y los residuos derivados de sus procesos, así como la existencia de signos de intoxicación en sus trabajadores, lo que condujo a su clausura. Lamentablemente, la empresa cerró dejando tras de sí sus instalaciones contaminadas y alrededor de 70 mil toneladas de residuos conteniendo cromo, confinados de manera rudimentaria.

También en el Estado de México, se produjo en la década de 1980 un episodio en el cual niños y adultos que se introdujeron en un predio sufrieron quemaduras severas, pues en él habían sido abandonados clandestinamente residuos de la extracción de aceites vegetales que generaron una reacción exotérmica que elevó considerablemente la temperatura del suelo.

En la década de 1990, se dieron a conocer distintos casos de manejo inadecuado de residuos peligrosos, destacando el caso de la muerte de un joven que se introdujo en un sitio que era empleado como confinamiento de residuos peligrosos ácidos conteniendo azufre, por una empresa en Salamanca, Guanajuato. En este mismo periodo, se identificaron sitios contaminados con plomo en empresas maquiladoras situadas en el estado de Baja California, cuyos propietarios cerraron sus operaciones de reciclaje de acumuladores y abandonaron el país dejando tras de sí toneladas de residuos peligrosos; lo cual creó un problema que adquirió una dimensión internacional. Aunado a lo anterior, en Jalpan, Veracruz, se desarrollaron protestas públicas por el incendio periódico y el arrastre por las lluvias de residuos conteniendo azufre que fueron dejados dentro de instalaciones de una empresa que cerró sus operaciones y pagó con sus activos (incluyendo las instalaciones contaminadas) las deudas contraídas con una empresa paraestatal, lo que llevó a crear un fideicomiso para realizar la remediación del sitio. Un caso similar, en Salamanca, Guanajuato, es el que involucró a una empresa paraestatal fabricante de agroquímicos la cual fue privatizada, creándose un fideicomiso con el producto de su venta para llevar a cabo la remediación de las instalaciones que quedaron sumamente contaminadas con plaguicidas y mercurio.

Como consecuencia de las experiencias anteriores, en los años recientes ha sido intenso el trabajo realizado por las instancias gubernamentales ambientales con competencia en la materia, para convocar a especialistas nacionales e internacionales a ejercicios de análisis del estado actual del conocimiento y de las experiencias de otros países y en México en este campo, a fin de definir los rumbos a seguir para concretar una política, establecer un marco regulatorio adecuado e identificar los instrumentos apropiados que permitan lograr el desarrollo institucional requerido para la gestión de sitios contaminados.

### **3. EXPERIENCIAS DE LA GESTIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS EN MÉXICO<sup>10</sup>**

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente ha desarrollado dos programas considerados fundamentales para vigilar y estimular el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de las empresas industriales y de servicios: el de Verificación Industrial y el de Auditoría Ambiental.

A continuación se refieren los resultados obtenidos a través de estos programas, que son relevantes para dimensionar y caracterizar la problemática existente en México en torno de la contaminación de sitios con materiales y residuos peligrosos, así como para identificar el tipo de experiencias que derivan de su gestión.

#### **3.1. Hallazgos y consecuencias de la verificación industrial**

Aún cuando el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) reporta en el XIV Censo Industrial y el XI Censo de Servicios, realizados en 1994, la existencia en el país de más de 263 mil unidades económicas de la industria manufacturera y más de 180 mil empresas de servicios, la PROFEPA sólo incluyó en su programa de verificación a aquellas empresas consideradas por la LGEEPA como de jurisdicción federal, entre las que se encuentran las referidas en el Cuadro 2.

Con las reformas a la LGEEPA ocurridas en 1996, se hicieron ajustes al universo de establecimientos de jurisdicción federal, el cual quedó conformado para fines de verificación por la PROFEPA, por 28,077 instalaciones, que constituyen fuentes generadoras de impactos significativos al ambiente y se distribuyen como lo indica el Cuadro 2.

En el giro petrolero, los 622 establecimientos están integrados por:

Refinerías:	6
Plantas endulzadoras	17
Plantas criogénicas	13
Centros de venta	79
Terminales marítimas	16
Campos petroleros	345 (incluyen 4,620 pozos)
Plataformas marinas	146

Los establecimientos generadores de electricidad comprenden, a su vez, centrales hidroeléctricas, de vapor, de ciclo combinado, carboeléctrica, núcleoeléctrica, turbogas, de combustión interna, geotermoeléctrica y termoeléctrica.

<sup>10</sup> Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000.

**Cuadro 2. Universo de Establecimientos de Jurisdicción Federal**

Aspecto sujeto a verificación	Establecimientos verificados
Emisiones a la atmósfera*	Todos los establecimientos industriales ubicados en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México sin importar su giro. En el resto del país, la industria paraestatal y aquellas cuyo giro sea químico, petroquímico, siderúrgico, papelerero, azucarero, de bebidas, cementero, automotriz, del asbesto y de generación y transmisión de electricidad. Se calcula que la suma de estos establecimientos equivalió a 17 mil.
Generación y manejo de residuos peligrosos**	Todos aquellos establecimientos industriales y de servicios que generan, transportan, almacenan, reciclan, tratan o disponen los residuos peligrosos. Incluyen los citados respecto a emisiones a la atmósfera y los 180,132 establecimientos de servicios (82,879 de salud, 96,318 de reparación y mantenimiento de automóviles, 443 de fumigación, 222 puertos, aeropuertos y centrales camioneras y 270 de manejo de residuos peligrosos) que son generadores potenciales de residuos peligrosos. La mayoría no se consideran, por su tamaño, fuentes significativas.
Impacto ambiental***	Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, ductos de hidrocarburos, industria petrolera, petroquímica, química, siderúrgica, papelería, azucarera, cementera, y eléctrica; exploración, explotación y beneficio de minerales reservados a la federación e instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos o radiactivos.
Actividades altamente riesgosas	Los establecimientos que almacenen o manejen alguna de las sustancias consideradas en los listados de actividades altamente riesgosas por encima de las cantidades de reporte correspondientes.

\*Las reformas a la LGEEPA limitaron los establecimientos de jurisdicción federal a los giros petrolero, petroquímico, químico, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgico, del vidrio, de generación de energía eléctrica, de asbesto, del cemento, calero y de tratamiento de residuos peligrosos, lo que equivale a alrededor de 11 mil empresas.

\*\* Se agregaron las unidades médicas generadoras de residuos biológico-infecciosos (de las cuales 3,140 hospitales grandes generadores).

\*\*\* Se agregaron poliductos y eliminaron las obras nuevas o ampliaciones relativas a actividades industriales cuyo giro fuera el de bebidas, automotriz y del asbesto.

En el Cuadro 3, los giros 1 al 14 incluyen los establecimientos de todos los tamaños y en el 15 los grandes y medianos, en algunos casos los pequeños y casi nunca los micros.

**Cuadro 3. Principales Fuentes de Contaminación Ambiental de Competencia Federal**

Giro	Número
1. Química	2,768
2. Petroquímica básica	42
3. Petróleo	622
4. Celulosa y papel	1,491
5. Vidrio	422
6. Cemento	518
7. Cal	561
8. Metalúrgica	1,370
9. Automotriz	1,736
10. Eléctrica	83
11. Pinturas y tintas	250
12. Asbestos	92
13. Servicios de transporte, almacenamiento, tratamiento, reciclaje, incineración o disposición de residuos peligrosos	270
14. Hospitales	3,140
15. Otros: Generadores de residuos peligrosos como concentración de minerales, acabado de metales, metalmecánica, farmacéutica,	14,712

Giro	Número
maquiladora, productos de plástico, textil, impresión, azúcar, muebles, alimentos, bebidas, servicios de fumigación y talleres de servicio automotriz.	
Total	28,077

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000.

En lo que se refiere a las fuentes generadoras de residuos peligrosos, en el Cuadro 4 se indican cómo se distribuyeron los establecimientos que se sujetaron a verificación.

**Cuadro 4. Fuentes Generadoras de Residuos Peligrosos  
(Número de establecimientos por giro sujetos a verificación)**

Giro	Tamaño	Número
Metal mecánica	Pequeños, medianos y grandes	5,318
Maquiladoras	Todos tamaños	2,140
Impresión	Pequeños, medianos y grandes	1,177
Textiles	Medianos y grandes	1,093
Fabricación de muebles	Medianos, pequeños y grandes	1,081
Curtiduría	Todos tamaños	1,014
Bebidas y alimentos	Medianos y grandes	995
Servicios de reparación y mantenimiento automotriz	Pequeños, medianos y grandes	725
Servicios de fumigación	Todos tamaños	443
Productos de plástico	Medianos y grandes	266
Puertos, aeropuertos y centrales camioneras	Todos tamaños	222
Concentración de minerales	Todos tamaños	188
Otras industrias manufactureras	Medianos y grandes	30
Minerales no metálicos	Medianos y grandes	20
Total		14,712

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000.

De acuerdo con la PROFEPA, el procedimiento administrativo de verificación tiene por objeto identificar irregularidades, dictar medidas correctivas e imponer sanciones. Entre estas últimas, distinguen las clausuras, que pueden afectar a una parte o a toda una instalación, y que se realizan cuando existen irregularidades graves, como cuando se identifica un riesgo inminente de desequilibrio ecológico, o de daño grave a los recursos naturales, y contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas o para la salud pública. Dichas clausuras no se retiran sino hasta que se hayan corregido las irregularidades que las motivaron.

En el lapso de ocho años previos al periodo de la administración al que se refiere el informe de la PROFEPA (del cual se extrajeron estos datos), se impusieron las siguientes clausuras:

Clausuras parciales temporales	2,126
Clausuras totales temporales	582

Además, se aplicaron sanciones económicas como resultado de 72,380 visitas de verificación en las que se encontraron infracciones, por un monto de 180 millones de pesos.

A su vez, entre diciembre de 1994 y noviembre del año 2000, se realizaron 64,902 visitas de inspección, que permitieron encontrar 48,850 casos de infracciones que implicaron sanciones económicas y la clausura parcial temporal de 804 establecimientos y la clausura total temporal de otros 356, observándose una tendencia a la reducción de infracciones en los últimos años, que fueron más marcadas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

En la ZMCM, se inició la aplicación de un sistema de información computarizado denominado “Sistema de Seguimiento a la Aplicación de la Normatividad Ambiental” (SSANA), que forma parte del “Sistema Institucional de Información de la PROFEPA” (SIIP), a través del cual se pueden contabilizar las medidas correctivas ordenadas por este organismo. El SSANA fue implantado en la ZMCM desde 1994 y en el resto del país en 1999, con seis propósitos fundamentales, entre los que se encuentran el de servir para consultar información, realizar evaluaciones estadísticas de los resultados de la gestión y recabar datos sobre tipo y cantidades de los contaminantes emitidos y residuos peligrosos generados.

### **3.1.1. Industria paraestatal**

La verificación de las instalaciones de la industria petrolera, permitió identificar múltiples problemas relacionados con el manejo de materiales y residuos peligrosos, la operación de instalaciones de alto riesgo sin las medidas necesarias de prevención de accidentes y riesgo ambiental, la incineración a cielo abierto de excedentes de pruebas de productividad de pozos, seguridad y mantenimiento de ductos, el impacto ambiental provocado por diversos tipos de obras, la contaminación del agua y suelo por fugas y derrames de hidrocarburos y los daños a bienes materiales, playas y a la calidad del agua en lagunas costeras y de litoral por arribo de hidrocarburos.

En las empresas involucradas en la generación de energía eléctrica, entre los principales residuos peligrosos generados se encontraron aceites gastados y la acumulación de bifenilos policlorados como resultado del reemplazo de los equipos transformadores que los contienen y que se han ido almacenando en las plantas de distribución.

En lo que se refiere a Ferrocarriles Nacionales de México, también se encontró una generación importante de aceites gastados, acumulo de recipientes que contuvieron aceites y grasas, con residuales de creosota, que al igual que los combustibles se almacenaban inadecuadamente, por lo que fue frecuente la ocurrencia de derrames en las estaciones y talleres de mantenimiento de los ferrocarriles.

El monto total de sanciones económicas determinadas a la industria paraestatal en el periodo 1995-2000, equivalió a 15.8 millones de pesos, por la aplicación de 943 resoluciones administrativas.

### **3.1.2. Industria fronteriza y maquiladora**

En la franja fronteriza norte, la proporción de empresas con irregularidades graves al principio del periodo de la pasada administración (diciembre de 1994), fue menor al promedio nacional (1.4% versus 2.9%), sin embargo, en el año 2000 se invirtió la relación

al encontrarse este tipo de irregularidades en el 2.1% de las visitas en comparación con 1.6% a nivel nacional.

El principal problema identificado en la industria maquiladora, fue el cumplimiento de la obligación legal de retornar sus residuos peligrosos a Estados Unidos.

Durante el periodo 1995-2000 se impusieron multas por 17.8 millones de pesos a este tipo de empresas, aunque la industria maquiladora presentó niveles más altos de cumplimiento de la normatividad ambiental con respecto al promedio nacional, lo cual fue interpretado por la PROFEPA como el resultado de que sus instalaciones son más recientes en tanto que la industria nacional contaminante suele tener procesos obsoletos.

### **3.1.3. Índices de Cumplimiento de la Normatividad Ambiental (ICNA's)**

Los ICNA's, constituyen un conjunto de índices que cuantifican el cumplimiento de los aspectos que regula la normatividad ambiental por parte de las empresas, generados a través de la asignación de un valor a cada obligación con base en su importancia, en forma tal que el conjunto de valores suma 100 puntos en total. El valor individual de cada aspecto se determina independientemente de los demás. Estos índices tienen como propósitos:

- Conocer las deficiencias en que incurre cada empresa.
- Clasificar a las empresas en función de su cumplimiento.
- Programar de manera prioritaria las visitas de inspección.
- Definir las frecuencias de dichas visitas.
- Informar al público sobre el nivel de cumplimiento de las fuentes de contaminación.

Su puesta en práctica se inició en agosto 1996 en la ZMCN y en cinco estados de la República como proyecto piloto y se aplicaron en todo el país a partir del segundo semestre de 1998; para noviembre del 2000, se aplicaron a alrededor de 9,200 fuentes contaminantes.

En lo que respecta al Índice de Generación de Residuos Peligrosos (IGR), la calificación de las empresas fue la siguiente:

54% obtuvo calificaciones de 50 o menos,  
46% de más de 50,  
42% de más de 70, y  
33% mayor que 90.

Las microempresas tuvieron el menor grado de cumplimiento. El análisis detallado del desempeño de las empresas calificadas, muestra que sólo en el 1.6% del 2.1% que cometieron infracciones, éstas fueron graves. La mayor parte de las infracciones correspondieron a falta de cumplimiento de trámites administrativos.

## 3.2. Hallazgos y consecuencias de las auditorías ambientales

La promoción de la realización de auditorías ambientales voluntarias en la industria, realizada por la PROFEPA a partir de 1995, permitió hasta noviembre de 2000 que se registraran en el programa correspondiente 1,701 instalaciones, la mayoría de gran tamaño y de alto riesgo, tanto del sector privado como de la industria paraestatal; de ellas, 725 obtuvieron como consecuencia un “Certificado de Industria Limpia”. A pesar de sus implicaciones, este programa mostró que un sector de la industria del país fue capaz de realizar acciones concertadas con el Gobierno para reducir en forma significativa los efectos ambientales de sus actividades, sin poner en riesgo la viabilidad económica de las empresas.

La evolución del Programa de Auditorías Ambientales se caracteriza por lo siguiente:

- La realización de 66 auditorías en 1993, por parte de industrias cementeras, mineras, químicas, farmacéuticas y papeleras. A finales de esta año Petróleos Mexicanos (PEMEX), firmó un convenio para realizar auditorías en sus plantas, comenzando por las de refinación y petroquímica.
- La firma en 1994, del Tratado de Libre Comercio de América del Norte y estableció en el artículo V del Acuerdo Paralelo denominado “Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte”, que la auditoría ambiental mexicana constituye una forma de cumplir la legislación para los fines del tratado, lo cual incentivó a la industria exportadora a realizarla. En este mismo año, se firmaron convenios con las empresas General Motors, Cementera Apasco y la Comisión Federal de Electricidad, para iniciar auditorías en sus instalaciones, concluyéndose un total de 246, de las cuales 151 costeadas por la PROFEPA.
- El otorgamiento en 1997, de los primeros certificados de industria limpia, que incentivó a nuevas empresas a adherirse al programa y a costear con sus propios fondos la realización de las auditorías.
- Para noviembre 2000 y desde 1995, ingresaron un total de 1635 empresas al Programa (1039 del sector privado y 596 del sector paraestatal, que representan más del 60% del producto industrial de México), habiendo salido de éste 133 por cierre de operaciones o incumplimiento de planes de acción.
- La distribución geográfica de las empresas que realizaron auditorías comprende: la ZMCM (60%) y nueve estados: Veracruz, Coahuila, Chihuahua, México, Puebla, Nuevo León, Baja California, Tamaulipas y Tabasco.
- La mayoría de los sectores industriales han sido incluidos, pero sobresalen la industria química y petroquímica, automotriz y autopartes, metalmecánica, minera, alimentos y bebidas, eléctrica y electrónica, así como agroquímicos, además de 163 maquiladoras.

De acuerdo con la PROFEPA, lo más importante de cualquier instrumento de la política ambiental, es su capacidad para inducir la reducción significativa de los impactos ambientales de las actividades humanas; lo cual les hace reconocer en la auditoría ambiental uno de los más efectivos, **sobre todo por las evidencias recabadas respecto a la restauración de suelos contaminados.**<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Ver nota en cita 9.

En experiencia de la PROFEPA, casi todas las instalaciones industriales con dos o más décadas de antigüedad, tienen en sus alrededores (por lo general en terrenos de las mismas empresas) áreas que fueron impactadas por la disposición inadecuada de residuos peligrosos, que en esas épocas no estaban aún sujetos a regulación, constituyendo lo que se considera como “pasivos ambientales”. Estos pasivos, son sumamente difíciles de identificar en las visitas de inspección convencionales, particularmente cuando sólo pueden ponerse en evidencia mediante muestreos aleatorios y análisis de los suelos. Sin embargo, en el contexto de una auditoría ambiental, este tipo de problemas es detectado y enfrentado con eficiencia por el carácter no litigioso del procedimiento.

Como resultado de las auditorías ambientales, se han restaurado hasta noviembre de 2000, cerca de 1.4 millones de toneladas de suelos contaminados y quedaron en proceso otros 2.2 millones, como se indica en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Suelos Contaminados Restaurados a Partir de Auditorías Ambientales  
(hasta noviembre 2000)**

Entidad	Restaurados (toneladas)	En vías de restauración (toneladas)
Aguascalientes	2	14,536
Baja California	400	5,201
Baja California Sur	240	579
Campeche	0.00	15,216
Coahuila	3,725	85,038
Colima	2,200	78,501
Chiapas	0.00	8,346
Chihuahua	17,482	218,971
Distrito Federal	30,000	43,265
Durango	70,768	11,015
Estado de México	28,882	85,029
Guanajuato	23,243	390,209
Guerrero	700	1,088
Hidalgo	17,467	12,126
Jalisco	592	37,038
Michoacán	144,300	27,349
Morelos	10,000	19,302
Nayarit	400	23,283
Nuevo León	205,690	19,159
Oaxaca	71,112	13,095
Quintana Roo	0.00	1,478
Puebla	188	150,186
Querétaro	1,465	4,319
San Luis Potosí	213,543	28,185
Sinaloa	84,060	55,034
Sonora	374,444	265,695
Tabasco	9,000	8,959
Tamaulipas	22,300	260,649
Tlaxcala	572	75,737
Veracruz	64,000	224,288
Yucatán	0.00	13,579
Zacatecas	0.00	12,355

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000.

A continuación se resumen algunas observaciones respecto a las auditorías ambientales realizadas a la industria paraestatal y privada que incluyeron acciones de remediación de suelos.

### 3.2.1. Industria paraestatal

En cuanto a la industria petrolera, de las 404 empresas de PEMEX incorporadas al Programa se encuentran:

Instalaciones de exploración y producción	191
Refinación	151
Gas y Petroquímica Básica	47
Petroquímica	13

Entre los compromisos más importantes de PEMEX, derivados de las auditorías ambientales realizadas, sobresalen la restauración de terrenos afectados por derrames de hidrocarburos, la preservación ecológica de las especies, evitar olores de los tanques de almacenamiento, la racionalización en el uso de gas natural en industrias localizadas dentro y fuera del Valle de México y el ahorro de energía.

En el caso de la industria ferrocarrilera paraestatal, se realizaron 84 auditorías ambientales a talleres y zonas de abasto repartidas en las diferentes entidades del país, firmándose convenios de concertación que entre otros, incluyeron obras de remediación ambiental del suelo y mantos freáticos en las instalaciones, contaminados por las operaciones de la empresa, principalmente las que involucran el manejo de aceites y lubricantes. Al privatizarse estas empresas se estableció que, los sitios contaminados con anterioridad a la privatización serían responsabilidad de la empresa paraestatal, en tanto que las obras de infraestructura incluyendo drenajes y tanques subterráneos de almacenamiento de hidrocarburos, pasarían a ser responsabilidad de las empresas que las adquirieron. Por ello, se tuvo que hacer reajustes en 47 planes de acción para corregir fallas detectadas en las auditorías ambientales, incluyendo trabajos de remediación del suelo. Quedó establecido, además, la elaboración e implementación de programas preventivos para disminuir fugas y derrames de hidrocarburos.

La Comisión Federal de Electricidad, por su parte, sometió a auditoría ambiental a 33 de sus 62 instalaciones productoras de energía eléctrica (29 centrales termoeléctricas y 4 geotermoeléctricas), entre las que destacan las termoeléctricas de Salamanca, Delicias, Atitalaquia, Hidalgo, Valladolid, Yucatán, Lerma en Campeche, Mazatlán y la geotermoeléctrica de Mexicali.

En el caso de aeropuertos y servicios auxiliares, en 1997 se firmaron las Bases de Colaboración para la Realización de Auditorías Ambientales en instalaciones de aeropuertos de la República, con objeto de evaluar, controlar y disminuir el riesgo e impacto ambiental derivado de la operación y actividades vinculadas a éstas. Como resultado de las auditorías y para el manejo de residuos peligrosos, se construyeron almacenes temporales y, con base en los estudios de caracterización del suelo, se determinaron las áreas contaminadas por hidrocarburos y, en algunos casos, se llevó a cabo la restauración correspondiente.

### 3.2.3. Industria privada

Tratándose de industrias nacionales y transnacionales conformadas por un número importante de instalaciones industriales o filiales se han establecido convenios con los corporativos, a través de los cuales se incluye la realización de auditorías ambientales en todas sus unidades como se indica en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Corporativos Incorporados al Programa Nacional de Auditoría Ambiental 1992-2000**

Grupo	Giro Industrial	Auditorías Concluidas
Arancia	Alimentos	5
Celanese Mexicana	Química/Petroquímica	9
Cementos Apasco	Cementera	5
Cementos Mexicanos	Cementera	20
Chrysler de México	Fabricantes de automóviles	8
CIBA	Farmacéutica	3
Compañía Nestlé	Alimentos y bebidas	12
Cuauhtémoc-Moctezuma	Alimentos y bebidas	7
CYDSA	Química	11
Ford Motor Company	Fabricación de automóviles	14
General Motors de México	Fabricación de automóviles	6
Grupo Acerero del Norte	Metalurgia	45
Grupo Delphi	Partes de automóviles	53
Grupo Modelo	Alimentos y bebidas	6
Grupo Nissan	Fabricación de automóviles	3
Industrial LUISMIN	Minera	4
PEÑOLES	Metalurgia	15
Procter / Gamble	Química	2
Resistol	Química/Petroquímica	12
Sistema Coca-Cola	Alimentos y bebidas	14
VITRO	Vidriera	23
Total		277

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000.

## 3.3. Atención a emergencias y contingencias ambientales

La PROFEPA ha prestado particular atención al desarrollo de sistemas de información centrados en el registro y acceso público a los conocimientos generados respecto a los fenómenos naturales o de origen antropogénico involucrados en la ocurrencia de emergencias y contingencias ambientales.

### 3.3.1. Tipos de eventos

En la experiencia de la PROFEPA, en el periodo 1995-2000:

- Se produjeron 3,136 eventos (1.5 por día) que representaron emergencias ambientales.

- Los estados con mayor número de eventos fueron: Veracruz (615), Tabasco (583), Campeche (232), Guanajuato (157), Chiapas (140), Coahuila (125) y Nuevo León (112).
- El 55% de los eventos ocurrieron en instalaciones de PEMEX (1,725), especialmente en sus ductos.
- El 72% de las emergencias se produjeron por accidentes en el transporte de sustancias químicas (2,258), el 19.6% en instalaciones industriales y el 8.4% en otros sitios, como tiraderos a cielo abierto de basura, en presas, etcétera.
- El 59.5% de los accidentes en el transporte de sustancias se produjo en ductos, 28.6% en carreteras, 9% en vías marítimas y 2.9% en vías férreas.
- El 85.5% ( 2,680) de los eventos involucró fugas o derrames, 7.6% (239) incendios, 4.2% (130) explosiones, y 2.7% (87) otro tipo.
- Las sustancias más frecuentemente involucradas fueron hidrocarburos (petróleo crudo, combustóleo, diesel, gasolina, gas natural y gas L.P.), amoniaco, ácido sulfúrico, asfalto, ácido clorhídrico, cloro, mezclas de solventes y aceites gastados, principalmente.

### 3.3.2. Seguimiento de emergencias y restauración de suelos contaminados

Con la creación en 1997 de la Dirección de Emergencias y Contingencias de la PROFEPA, se formalizó el procedimiento de seguimiento de las acciones desarrolladas en respuesta a emergencias ambientales.

En el periodo 1995-2000, las acciones de seguimiento involucraron:

Medidas de seguridad	1084	
Investigación del accidente	335	
Evaluaciones de daños ambientales		845
Propuestas de restauración ambiental	879	
Estudios de riesgo	99	
Programas de prevención de accidentes	164	
Sanciones económicas	59	

Entre los procedimientos técnicos aplicados en el caso de este tipo de emergencias, se incluye de ser necesario la realización de un “Estudio de Riesgo” y la restauración ambiental de los elementos que se hayan visto afectados. A este respecto y de acuerdo con la PROFEPA<sup>12</sup>, para desarrollar las facultades conferidas, así como para estandarizar el procedimiento, se elaboró y difundió el **“Manual Técnico para la Aplicación de Medidas Preventivas, Correctivas y de Seguridad para la Atención de Emergencias Ambientales”**, el cual contiene las **“Guías para la Determinación de Acciones Correctivas”**. En estas últimas, se detalla el contenido mínimo indispensable requerido para elaborar cada uno de los documentos mencionados.

Asimismo, se creó el **“Grupo de Trabajo sobre Restauración de Sitios Contaminados”** (GDT), cuya función principal consistió en colaborar con la PROFEPA a través de propuestas que puedan servir de base al desarrollo de políticas y estrategias para la restauración de suelos, definir niveles de limpieza a alcanzar puntualmente. La PROFEPA

---

<sup>12</sup> Ver nota en cita 9.

se vio en la necesidad de desarrollar este tipo de actividades, que de conformidad con la distribución de competencias en el seno de la Secretaría correspondían al Instituto Nacional de Ecología, por la urgente necesidad de contar con estos instrumentos, sin embargo el INE estuvo representado en dicho grupo de trabajo y constituyó otros similares para avanzar en la definición de otras cuestiones relevantes a la prevención de la contaminación y remediación de sitios contaminados, tales como los relacionados con la evaluación de riesgos de los metales potencialmente tóxicos y la bioremediación. Asimismo, el INE, a través de su Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, negoció la obtención del apoyo de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica GTZ para el desarrollo de un proyecto a cinco años con objeto de fortalecer la capacidad institucional en materia de gestión de sitios contaminados, el cual fue aprobado y, entre otros, dio lugar a la realización de este proyecto para definir los campos de acción de la política nacional en la materia.

Aunado a lo anterior, bajo la coordinación de la PROFEPA:

- Se elaboraron y difundieron grupos de **“Criterios Interinos de Restauración de Suelos Contaminados”** aplicables a hidrocarburos e inorgánicos tóxicos (metales pesados) y otros.
- Se publicó el documento **“Memorias 1998 del Grupo de Trabajo sobre Restauración de Suelos Contaminados”**, que entre otros contiene las **“Guías para la Evaluación de Daños Ambientales y Propuestas de Restauración”**, las **“Especificaciones de Análisis de Laboratorio Aplicables a Hidrocarburos en Suelo”**, **“Clasificación de Hidrocarburos”**, **“Dictaminación sobre el Procedimiento de Atadura Química”**, **“Criterios de Muestreo de Suelos”** y **“Registro de Restauraciones”**.
- Se definieron métodos de laboratorio a utilizar para la determinación de las concentraciones de los contaminantes criterio y las modalidades de presentación de los resultados que habrán de observarse en las evaluaciones de daños y propuestas de restauración presentadas a la autoridad ambiental.
- Con base en lo anterior, se publicó en la página web de la PROFEPA, la primera parte del documento Base 1999-2000 **“Disposiciones y Procedimientos para la Caracterización y Restauración de Suelos Contaminados”**, que contiene los trabajos del GDT que dieron lugar a las **“Especificaciones de Análisis de Laboratorio Aplicables a Hidrocarburos en Suelo”**, a la **“Clasificación de Hidrocarburos”**, la **“Dictaminación sobre Tanques Enterrados”**, **“Dictaminación sobre el Procedimiento de Atadura Química”**, **“Métodos de Laboratorio Aprobados”**, y una lista de restauraciones exitosas.

Todos los esfuerzos antes descritos y los instrumentos de gestión que surgieron de ellos, constituyen la base de la cual debe partir la redefinición de rumbos de la política nacional en materia de prevención de la contaminación y la remediación de sitios contaminados, pues tienen la ventaja de haber sido aplicados a las condiciones que privan en el territorio nacional y se han podido identificar sus alcances y limitaciones.

### 3.4. Sitios abandonados con residuos peligrosos

La falta de regulación en la materia, provocó que durante décadas el proceso de industrialización en México se acompañara del abandono indiscriminado e incontrolado de residuos peligrosos por doquier, a lo cual contribuyó también la ignorancia respecto a los riesgos de estas prácticas y la carencia de infraestructura para el manejo ambientalmente adecuado de estos residuos.

A fin de hacer frente a tal situación, la PROFEPA estableció el “**Programa para la Identificación y Atención de Sitios Contaminados con Residuos Peligrosos**” e inició en 1995 trabajos para poner en práctica este Programa, integrar el padrón de sitios y emitir las recomendaciones técnicas básicas para estructurar los planes de atención, por medio de medidas de urgente aplicación y la selección de la mejor alternativa tecnológica para su restauración.

El objetivo del Programa consistió en: “La identificación y caracterización de los sitios contaminados con residuos peligrosos en el territorio nacional, con la finalidad de evaluar los daños ocasionados al ambiente y llevar a cabo una clasificación que permita identificarlos por prioridades”.

En función de su clasificación, los sitios prioritarios han sido caracterizados para conocer en detalle la problemática asociada a ellos y emitir propuestas de restauración para proteger a la población y la calidad ambiental en torno a tales sitios. Para ello, se elaboraron los términos de referencia para realizar el “Inventario de Sitios Contaminados, Caracterización y Evaluación de Daños Ambientales”, que consiste en un documento que refiere la metodología para integrar estos inventarios y generar información pertinente para establecer prioridades y niveles de limpieza; las etapas que comprende este proceso se resumen brevemente a continuación.

**Etapas:**

**Etapas 1: Identificación de Sitios.** La primera etapa del procedimiento establecido por la PROFEPA, consiste en la identificación de los sitios contaminados con residuos peligrosos, acompañada por una evaluación preliminar de daños ambientales, y su objetivo es contar con una primera evaluación de las condiciones de riesgo del sitio, el tipo de efectos adversos derivados de ello, así como de la extensión del área de influencia. Para ello, se recaba la mayor información disponible acerca de los sitios que fueron localizados a través del reconocimiento de campo, de entrevistas y consultas realizadas en las entidades federativas y municipios, consultando a agrupaciones empresariales, organizaciones ambientalistas, instituciones de educación o investigación afines, aduanas, o bien como resultado de denuncias populares, de las actividades de grupos de trabajo constituidos con el propósito expreso de asistir en la identificación de este tipo de sitios clandestinos o del grupo binacional sobre residuos del Programa Frontera XXI, entre otros. Entre la información que se recaba sobre el sitio, se encuentra la que permita determinar su situación legal y la vulnerabilidad del entorno.

Entre los criterios empleados para localizar estos sitios, se encuentra la existencia de instalaciones de empresas con gran antigüedad en la zona, de empresas importantes desde la perspectiva de capacidad productiva o bien caracterizadas por la complejidad de sus procesos y el volumen de generación de residuos peligrosos.

La estrategia que se sigue en esta etapa, consiste en realizar el barrido de la zona tomando fotografías aéreas y realizando recorridos terrestres para mapear la zona, ubicando y dimensionando con precisión los sitios contaminados, lo que en ocasiones, permite identificar más de un sitio en un lugar.

**Segunda Etapa: Establecimiento de prioridades.** Esta etapa tiene como objeto determinar el grado de prioridad que se debe acordar a los sitios contaminados identificados en la etapa anterior, a fin de proceder a su caracterización con mayor detalle en una etapa ulterior. Con tal propósito, se agrupan los sitios contaminados identificados en tres grupos con prioridades distintas, cuyas características se resumen en el cuadro siguiente, siendo el grupo A el de mayor prioridad.

Es importante mencionar que la PROFEPA no incorporó las metodologías de evaluación de riesgos a la salud y a los ecosistemas a las que se hace referencia en este documento, por lo cual la forma en la que clasificó los sitios contaminados requerirá ser reevaluada con los criterios de riesgo que aquí se proponen, para redefinir el grado de prioridad que deberá acordarse con fines de limpieza a los sitios identificados y clasificados a la fecha.

**Tercera Etapa: Caracterización.** En esta etapa se determinan con mayor precisión los tipos de contaminantes, sus cantidades y sus características físicas, químicas, biológicas o toxicológicas, con énfasis en los sitios a los que se acordó la prioridad A.

Cabe señalar que es frecuente encontrar en estos sitios, múltiples tipos de residuos que contaminan no sólo el suelo, sino también las construcciones o escombros, que se mezclan con basura doméstica o migran por diferentes rutas, provocando la exposición de la población y ecosistemas aledaños.

**Cuarta Etapa: Restauración.** Con base en la información recabada en la etapa previa, se evalúan distintas alternativas de limpieza y restauración de los sitios.

**Cuadro 7. Clasificación por Grado de Prioridad de los Sitios Contaminados y Ejemplos de Estos Sitios**

Grupo de Prioridad	Características	Ejemplos
A	<b>Sitios con alto nivel de afectación y riesgo a la salud humana y a los ecosistemas</b> , en función de los siguientes factores: Ubicación, Naturaleza y cantidad de residuos peligrosos. Estos sitios requieren de acciones urgentes y a corto plazo, a fin de minimizar y eliminar sus riesgos.	<b>Cromatos de México:</b> En el Estado de México dentro de una zona densamente poblada, con suelo y acuífero contaminado con cromo hexavalente y en el que se acumulan 70 toneladas de residuos conteniendo este metal, desde hace cerca de 30 años. <b>Metrometal:</b> En el estado de Tamaulipas, dentro de una población, con 943 m <sup>3</sup> de residuos que contienen plomo y arsénico. <b>Metales y derivados:</b> En Tijuana, Baja California, con cerca de 8,500 ton de residuos y suelo contaminado con metales pesados (escoria de plomo con cadmio y arsénico), dentro de un parque industrial en el seno de la población.
B	<b>Sitios con afectación moderada:</b> en los que se consideran también su: ubicación y la naturaleza o cantidad de residuos. Requieren de acciones a corto plazo que eviten la dispersión de los contaminantes y la exposición de la población, y proceder a mediano plazo con su restauración.	<b>Cortijo La Gloria:</b> En Guanajuato, alejado de la población, con 39 ton de residuos y suelo contaminado con cromo, pero sin contaminación de acuíferos. <b>Cuisarom S.A. de C.V.:</b> En Morelos, con cerca de 28 ton de varios residuos peligrosos y suelos contaminados, con dispersión mínima fuera de sus instalaciones.
C	<b>Sitios con bajo nivel de afectación a la población o al ambiente:</b> Requieren de un plan de seguimiento de las condiciones	<b>Numerosos basureros a cielo abierto y derrames accidentales:</b> Son casos en los que se ignora quiénes son los responsables.

	presentes a fin de prevenir situaciones que pudieran incrementar el grado de afectación.	<b>Carretera a Peñasco:</b> Sitio colindante a la empresa Pilgrim's, en San Luis Potosí, con 10 ton de residuos biológico-infecciosos y escorias. <b>Accidente en el Km 56+400 de la Carretera México-Tuxpan;</b> En Hidalgo, con cerca de 486 m <sup>3</sup> de tierra contaminada con hidrocarburos.
--	--	---

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000.

### 3.5. Situación hasta noviembre 2000

#### a) Identificación de sitios contaminados

En 1995, y con ayuda de sus delegaciones estatales, la PROFEPA procedió a establecer un listado de sitios contaminados con residuos peligrosos a nivel nacional respecto a los cuales se contaba con información general acerca del tipo y cantidad de residuos peligrosos en ellos, su problemática ambiental y social, así como su situación legal, incluyéndose en dicho listado a 28 sitios de 15 entidades federativas.

Para 1992, el listado incluyó 59 sitios repartidos en 16 entidades, en los que predominaban los siguientes residuos: solventes, plaguicidas, azufre, metales pesados, hidrocarburos y otras sustancias químicas diversas.

Hasta noviembre 2000, se establecieron inventarios de sitios contaminados en 17 entidades (Baja California, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas). Quedando en curso la integración de los inventarios de los estados de Aguascalientes, Campeche, Michoacán y Tabasco. En el Cuadro 8 se resume la distribución geográfica de 108 sitios abandonados, agrupándolos por tipo de prioridad.

**Cuadro 8. Distribución de Sitios Contaminados por Entidad Federativa de Acuerdo con su Prioridad**

Estado	Prioridad A	Prioridad B	Prioridad C
Baja California	2	0	0
Coahuila	0	1	0
Chihuahua	2	0	0
Estado de México	6	7	4
Guanajuato	2	2	2
Hidalgo	4	5	3
Jalisco	2	1	0
Morelos	0	1	1
Nuevo León	1	3	1
Puebla	0	2	0
Querétaro	0	2	14
San Luis Potosí	7	0	1
Sonora	1	1	0
Tamaulipas	2	0	1
Tlaxcala	0	0	3
Veracruz	4	3	4
Zacatecas	4	5	0
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>33</b>	<b>34</b>

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000.

#### b) Tipos de residuos detectados

Entre los residuos peligrosos presentes más frecuentemente en los sitios contaminados abandonados se encuentran los metales pesados, ya que 61 de los 108 sitios listados los contienen. Entre esos metales sobresale el plomo en 23 de estos sitios.

Los residuos que son abandonados en segundo lugar, son los biológico-infecciosos, identificándose 30 sitios contaminados con ellos. En tanto que las escorias ocupan el tercer lugar, particularmente las generadas por el sector del hierro y el acero, observándose en 23 sitios. A su vez, en 19 sitios se abandonaron grasas y aceites usados. El Cuadro 9 resume la información al respecto.

**Cuadro 9. Principales Tipos de Residuos Peligrosos Abandonados en Sitios que Han Sido Contaminados**

Tipo de Residuos	Número de Sitios que los Contienen
Conteniendo metales pesados como cromo, plomo, mercurio, arsénico, zinc o cianuro.	61
Residuos biológico-infecciosos	30
Escorias	23
Grasas y aceites usados	19
Solventes	14
Químicos inorgánicos	12
Hidrocarburos	11

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000.

### **c) Caracterización**

En el cuadro siguiente, se refieren los costos del confinamiento de los residuos peligrosos abandonados en sitios que han sido sujetos al procedimiento de caracterización. Para fines del año 2000, se encontraban en proceso de caracterización los sitios encontrados en: el cementerio industrial de San Bartolomé de los Tepetates en Hidalgo, Minas Macocozac en Zacatecas, Hidrocarburos Deodorizados en Puebla, Minera el Rosario y Cuisarom en Morelos, y los rellenos sanitarios de Tultitlán y Ecatepec en el Estado de México.

### **d) Estudio de Caso**

Para ilustrar el tipo de problemas derivados del abandono de residuos peligrosos en instalaciones industriales, se resume el caso de la empresa maquiladora Alco Pacífico S.A. de C.V., en Tijuana, Baja California, dedicada a reciclar acumuladores de vehículos conteniendo plomo.

La empresa fue clausurada en 1991 por la PROFEPA, al no dar cumplimiento a la obligación legal de retornar a Estados Unidos los residuos peligrosos generados como resultado de sus operaciones, así como por la forma inadecuada de disposición de éstos dentro de sus instalaciones. La empresa se declaró en quiebra y dejó abandonados 12,000 m<sup>3</sup> de residuos peligrosos diversos en el lugar, interviniendo el Ministerio Público Federal, ante la denuncia de hechos presentada en contra de la empresa.

La PROFEPA, recién creada, procedió a realizar estudios para evaluar las condiciones ambientales y caracterizar el sitio, identificando la contaminación de el suelo con concentraciones elevadas de metales pesados. Como medida de urgente aplicación, la PROFEPA procedió a cubrir los residuos con un geotextil y una geomembrana de polietileno de alta densidad para evitar la dispersión aérea de los residuos la exposición de la población aledaña.

En el marco de la cooperación existente entre las autoridades ambientales de México y Estados Unidos, se procedió a desarrollar un proceso penal en 1993, en la Fiscalía de Los Angeles, California, E.U., la cual sancionó a los responsables imponiéndoles una multa por dos millones de dólares que se destinaron a la restauración del sitio, mediante el envío a confinamiento de los residuos peligrosos abandonados, los cuales fueron llevados a un confinamiento autorizado en Hermosillo, Sonora, en México. Este proceso se realizó entre febrero 1997 y octubre de 1998, e implicó 1018 embarques de un volumen de 35,085 toneladas de residuos.

**Cuadro 10. Costos Estimados del Confinamiento de Residuos Peligrosos Abandonados**

Sitio	Estado	Costo Total (en miles)
Metales y Derivados de México	Baja California	\$ 14,325
La Huachara	Chihuahua	\$ 11,659
Cromatos de México	Estado de México	\$ 194,750
Corrijo La Gloria	Guanajuato	\$ 530
Ejido de Pompa	Jalisco	\$ 7,600
Los Gavilanes	Jalisco	\$ 388
Las Juntitas	Nuevo León	\$ 312,411
Rolando García	San Luis Potosí	\$ 2,352
Periférico Sur	San Luis Potosí	\$ 13,830
Gloria Escondida	San Luis Potosí	\$ 38,076
Km 133	Sonora	\$ 241,177
Minas San Javier	Tamaulipas	\$ 34,090
Micrometal	Tamaulipas	\$ 22,036
Noroestaño	Zacatecas	\$ 22,036
Minas Rosicler		\$ 26,775

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000



## **4. MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL EN EL QUE SE HA SUSTENTADO LA GESTIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS EN MÉXICO**

### **4.1. Centralismo y discrecionalidad de la regulación ambiental<sup>13</sup>**

En México, en opinión de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, la regulación ambiental de las actividades industriales, así como la relativa a la gestión de los recursos naturales, han conferido un fuerte predominio al Poder Ejecutivo Federal en estas materias, lo que constituye un fuerte rasgo centralista, lo cual obedece al hecho de haber sido éste el principal promotor y regulador del desarrollo económico y del aprovechamiento de los recursos naturales del país. Esto ha ido cambiando en la última década, al introducirse en 1996 reformas a la legislación ambiental, para transferir facultades a las entidades federativas y establecer mecanismos de concurrencia.

Otro aspecto relevante de la legislación ambiental mexicana, como de otras legislaciones en el país, es la capacidad jurídica que confirió al poder público para imponer restricciones a la actividad industrial, las cuales crecieron más que las relativas a limitar dicha capacidad. No obstante, esta característica ha ido perdiendo fuerza debido a factores como los siguientes:

- Al establecerse normas oficiales mexicanas que proporcionan especificaciones y requerimientos bien definidos que los particulares deben de cumplir y en cuya elaboración toman parte éstos, con lo cual se ofrece certidumbre jurídica y elimina o reduce la discrecionalidad de los fiscalizadores del cumplimiento de la ley.
- Al entrar en vigor la Ley Federal de Procedimientos Administrativos, publicada en 1995, y la cual impone la obligación por parte de las instancias gubernamentales que ejercen actos de autoridad, de especificar los procedimientos a través de los cuales se desarrollan éstos, tanto en términos de requerimientos a los particulares, como de procesos de dictaminación y tiempo límite para emitir resoluciones, haciendo más transparente la toma de decisiones.

A pesar de lo anterior, las autoridades ambientales gozan de ciertas prerrogativas que no tienen las de otros países, como es la posibilidad de realizar clausuras de instalaciones industriales, suspender obras y desarrollos inmobiliarios, asegurar y decomisar especies bajo protección especial, sin intervención del poder judicial, lo que constituye un instrumento altamente efectivo para conseguir los propósitos de la política ambiental.

---

<sup>13</sup> Tomado de: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000.

## 4.2. Características y evolución de la orientación de la legislación ambiental

La legislación ambiental se sustenta en tres tipos de normas<sup>13</sup>:

1. Las relacionadas con la protección ambiental en un sentido estricto, contribuyen a la prevención y control de la contaminación, entre otros, fijando límites a la emisión de contaminantes al ambiente;
2. Las destinadas a la protección de los recursos naturales, que limitan la extracción de elementos propios a los ecosistemas; y
3. Las que tienen por objeto regular el impacto ambiental de obras y actividades.

Históricamente, y al igual que ha ocurrido en otros países, durante años (e incluso siglos), prevaleció una legislación de carácter sanitario, orientada a prevenir o reducir el riesgo de epidemias en los centros urbanos, la cual es considerada como la primera generación de legislaciones ambientales.

En la década de 1970, surgió en México una legislación de segunda generación, al publicarse la Ley Federal para Prevenir la Contaminación, a raíz de la creación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (SMA), en la Secretaría de Salud, con lo cual se implantó una política orientada a reducir las emisiones contaminantes al “final de la chimenea o de los desagües”.

No fue sino hasta 1988, que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), que sustituyó a la SMA, contribuyó a establecer una legislación de tercera generación, con un alcance mayor y un enfoque proactivo: la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que integra la prevención y el control de la contaminación, con la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales. Esta Ley, contribuyó también a vincular la regulación ambiental de las actividades económicas con la de su impacto territorial, así como a los tres órdenes de gobierno. Las reformas a esta ley en 1996, consolidan y profundizan las bases para fortalecer, democratizar y descentralizar la gestión ambiental.

Las obligaciones que la normatividad ambiental impone a los particulares, se pueden agrupar como sigue:

**Las obligaciones que imponen pautas de desempeño ambiental**, consideradas como las normas sustantivas de la regulación ambiental, al determinar la calidad del aire, del agua, de los suelos, o los efectos a la salud o a los ecosistemas considerados como aceptables, y establecer con base a ellos límites máximos permisibles de contaminantes en emisiones al aire, descargas al agua, en los residuos sólidos y en los suelos contaminados con ellos, así como las condiciones físicas de operación de los agentes económicos.

**Las obligaciones que imponen requerimientos de gestión**, tanto a los particulares como a las propias autoridades, entre los que se encuentran demandas de información para hacer el seguimiento y evaluación del desempeño ambiental y los trámites administrativos para obtener licencias o permisos, que son el origen de regulaciones del desempeño ambiental.

En los Cuadros 11 y 12 se ilustran algunos de los tipos de obligaciones que norman el desempeño ambiental de los particulares.

**Cuadro 11. Tipos de Normas de Desempeño Ambiental**

Centradas en la Emisión de Contaminantes	Centradas en los Procesos e Instalaciones
Parámetros de emisión de contaminantes al agua	Instalación y operación de: a) Mecanismos para la canalización de emisiones, b) Puertos y plataformas de muestreo, c) Equipos de control de emisiones
Parámetros de descarga de contaminantes al cuerpos de agua receptores	Desarrollo de acciones previstas en el programa para la prevención de accidentes y en el estudio de riesgo
Concentración límite de sustancias tóxicas contenidas en residuos sólidos	Desarrollo de infraestructura para el acopio, recolección, almacenamiento, transporte, reciclaje, tratamiento o disposición final de residuos peligrosos.

**Cuadro 12. Tipos de Normas de Gestión Ambiental**

Fuentes Potenciales de Contaminación	Obligaciones Administrativas
<b>Emisoras de contaminantes a la atmósfera:</b>	a) Contar con licencia de funcionamiento, b) Presentar la Cédula de Operación Anual (COA) c) Integrar y conservar una bitácora en la que se registre el mantenimiento de equipos
<b>Generadores de residuos peligrosos:</b>	a) Manifestar la generación en los formatos correspondientes. b) Presentar informes semestrales acerca de los tipos y volúmenes de residuos peligrosos generados y las formas de manejo c) Llenar y recibir sellado por el destinatario final el manifiesto de entrega, transporte y recepción de los residuos peligrosos enviados a empresas autorizadas de servicios de manejo.
<b>Empresas de servicios de manejo de residuos peligrosos:</b>	a) Contar con la autorización para operar b) Presentar los informes relativos a los residuos peligrosos recibidos para su manejo, en la forma y con la periodicidad que les sean requeridos por la autoridad competente.

### 4.3. Normatividad en materia de impacto ambiental y ordenamiento ecológico del territorio

Además de las normas que regulan la prevención y control de la contaminación, desde una perspectiva sectorial o de acuerdo con el tipo de actividad, es importante considerar para los fines de enmarcar las acciones para la gestión de los sitios contaminados, las normas que regulan el impacto ambiental de una actividad en cualquier contexto territorial con base en todos los aspectos de éste, y que han quedado comprendidas en dos de las figuras más novedosas del derecho ambiental en México, la evaluación del impacto ambiental y el ordenamiento ecológico del territorio.<sup>14</sup>

Es a través de la evaluación del impacto ambiental, que se ha establecido una modalidad de control para los desarrollos inmobiliarios, las obras de infraestructura y nuevas

<sup>14</sup> Op. cit.

instalaciones de diverso tipo. En opinión de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)<sup>14</sup>, el reto más importante en la aplicación de la normatividad en materia de impacto ambiental, no está en las dificultades para hacer cumplir la ley como sucede con las normas de desempeño ambiental, sino en generar consenso entre la población respecto de obras que, como en el caso de los confinamientos de residuos peligrosos, son cuestionadas por algunos sectores de la opinión pública.

En lo que respecta al ordenamiento ecológico, por medio de éste se trata de prefigurar el conjunto de políticas de desarrollo aplicables a diferentes zonas del territorio. Este instrumento de la política ambiental, puede adoptar diversas modalidades que comprenden desde el ordenamiento ecológico general, que puede abarcar todo el territorio nacional o regiones del mismo, hasta el ordenamiento ecológico local, que cubre zonas más acotadas, cuya escala permite regular los usos del suelo.

Aún cuando su desarrollo es incipiente, dicho instrumento empieza a proporcionar beneficios importantes a la gestión ambiental y certeza a las comunidades locales y a los inversionistas, acerca de las posibilidades de desarrollo en lugares determinados del territorio. Uno de los mayores desafíos en esta materia, es coordinar a los tres órdenes de gobierno, en un área en la cual no existían antecedentes de coordinación, lo cual es una novedad en el derecho público mexicano.<sup>15</sup>

## **4.4. Implicaciones del cumplimiento de la normatividad**

### **a) Normas de desempeño**

El cumplimiento de las normas de desempeño ambiental, por lo general, significa introducir cambios en los procesos de trabajo, puede involucrar el cambio de insumos, la instalación de equipo para controlar las emisiones contaminantes al aire o tratar las aguas residuales, pero también la adopción de procesos más limpios de producción, cuando los existentes no permiten alcanzar los estándares de desempeño fijados por las normas. Más aún, puede llegar a requerirse incentivar a los inversionistas a crear los servicios ambientales necesarios, tales como infraestructura para el reciclaje, tratamiento o disposición final de los residuos peligrosos, así como crear las capacidades institucionales para verificar los parámetros de emisión fijados, por señalar algunos ejemplos.

En estas circunstancias, el cumplimiento de este tipo de normas puede significar:

- Costos altos para las empresas sujetas al cumplimiento de las normas, los cuales pueden ser recuperados en un tiempo razonablemente corto, cuando conducen a incrementar la eficiencia productiva, o bien implican ahorros de energía, agua y/o de los materiales utilizados como insumos.
- Tiempos de espera variados, en función de que se tengan que importar los materiales sustitutos para ser usados como insumos, las tecnologías de control de emisiones, o los equipos para cambiar de procesos, así como realizar las inversiones para crear la infraestructura y las capacidades institucionales, incluidas las requeridas para realizar los procesos de fiscalización.

---

<sup>15</sup> Idem nota 12

Lo anterior, significa que la entrada en vigor de las normas debe ser gradual para permitir los ajustes necesarios y la superación de los problemas estructurales limitantes.

## **b) Normas de gestión**

Las empresas obligadas a cumplir estas normas, están sujetas a todo un cambio de tipo cultural provocado por la necesidad de rendir cuentas, ya que informar acerca de sus emisiones contaminantes o los residuos peligrosos que generan, les lleva a reconocer que sus procesos no son tan eficientes como debieran y que están perdiendo sus insumos en forma de desechos en lugar de transformarlos en productos. Al tener que pagar por el manejo de sus residuos peligrosos, están internalizando los costos de las externalidades ambientales que derivan de su generación y las que provocaría su liberación al ambiente como contaminantes. Concomitantemente, las empresas están cambiando su relación con las comunidades vecinas y la sociedad en general, incluyendo sus clientes, los cuales, de conformidad con la legislación ambiental tienen derecho a estar informados acerca de las fuentes contaminantes y las formas en que éstas contribuyen a deteriorar el ambiente.

Cabe señalar que, el propio Estado, tiene una responsabilidad que asumir al requerir a los particulares sujetos a las normas de gestión que le presenten información de manera periódica para evaluar su desempeño, pues ello implica que la información sea procesada, analizada, utilizada para tomar decisiones y difundida de manera regular, para dar a conocer los avances en la gestión ambiental; no hacerlo significa un incumplimiento de sus obligaciones.

## **4.5. Características de las normas técnicas ambientales**

La LGEEPA prevé el desarrollo de normas oficiales mexicanas (NOM's), derivadas de sus disposiciones normativas y de las de sus reglamentos, cuya elaboración está sujeta a las estipulaciones de la Ley Federal de Metrología y Normalización, publicada en 1992 y reformada por última vez en 1997 que, entre otros, estableció un procedimiento normativo que intenta unificar criterios para generar soluciones unánimes y consiste en varias fases que incluyen las siguientes:

- Elaboración y publicación del Programa Nacional de Normalización Anual.
- Elaboración de anteproyectos técnicos de normas oficiales mexicanas por grupos de trabajo específicos.
- Evaluación y aprobación de anteproyectos por el Subcomité de Residuos.
- Evaluación y aprobación como proyectos de NOM's por el Comité Consultivo de Normalización para la Protección Ambiental.
- Publicación del proyecto en el Diario Oficial de la Federación (DOF), con un plazo de 60 días para recibir opiniones del público general.
- Revisión y, en su caso, incorporación de comentarios u observaciones del público en el proyecto de NOM por el Subcomité.
- Elaboración de la manifestación del impacto regulatorio de la NOM.
- Evaluación y aprobación de la manifestación del impacto regulatorio de la NOM por la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER) de la Secretaría de Economía.

- Evaluación y aprobación de la NOM por el Comité.
- Publicación de la NOM en el DOF.

La totalidad del proceso puede durar de uno a dos años o más, según el aspecto que se busque normar.

Los fines que deben perseguir las normas oficiales mexicanas de acuerdo con la Ley Federal de Metrología y Normalización y la LGEEPA, aparecen descritos en el Cuadro 13.

**Cuadro 13. Fines que deben perseguir las Normas Oficiales Mexicanas de acuerdo con la Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN) y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**

Fines previstos en la LFMN	Fines previstos en la LGEEPA
1. Describir las características y/o especificaciones que deban reunir los productos, procesos y servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal o vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de los recursos naturales.	1. 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 destinos de bienes, en insumos y en procesos.
2. Las especificaciones y/o procedimientos de envase y embalaje de los productos que puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud de las mismas o el medio ambiente.	2. Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente.
3. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.</li> <li>- Para el manejo, transporte, confinamiento de materiales y residuos peligrosos y de las sustancias radioactivas.</li> </ul>	3. Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable.
4. La determinación de la información comercial, sanitaria, ecológica, de calidad, seguridad e higiene y requisitos que deben cumplir las etiquetas, envases, embalaje y la publicidad de los productos y servicios para dar información al consumidor o usuario.	4. Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación que ocasionen.
5. Las características y/o especificaciones que deben reunir los equipos, materiales, dispositivos o instalaciones industriales, comerciales, de servicios y domésticas para fines sanitarios, acuícolas, agrícolas, pecuarios, ecológicos, de comunicaciones, de seguridad, o de calidad y particularmente cuando sean peligrosos.	4. Fomentar las actividades productivas, en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

A diferencia de las NOM's, las normas mexicanas (NMX), son de aplicación voluntaria y están también reguladas por la Ley Federal de Metrología y Normalización, a través de un procedimiento establecido para su integración, estando su publicación a cargo del Comité Técnico de Normalización. Originalmente, este tipo de normas fueron desarrolladas por el sector privado para establecer estándares de desempeño o de calidad de productos de consumo, pero su aplicación se ha extendido a otras áreas incluyendo las cuestiones que

tienen que ver con aspectos metodológicos, procedimientos, técnicas analíticas, etcétera. Entre las ventajas de las normas voluntarias se encuentran las siguientes:

- Cubren vacíos normativos que sería costoso e incluso ineficiente cubrir con NOM's.
- Su aplicación es inmediata al evitar el largo y lento proceso propio de la elaboración, aprobación y publicación de las NOM's.
- Promueven la corresponsabilidad de la industria en el cumplimiento de objetivos sociales ambientales.
- Sirven como antecedentes y experiencia para la generación de NOM's.

En cualquiera de los casos, las normas deben de ser eficaces y eficientes; es decir, deben de ser aplicables y deben contar con las condiciones que hagan posible su aplicación, pues en caso contrario se convierten en letra muerta. De ahí la necesidad de tomar en cuenta al formularlas cuál es la realidad del país y considerar su implementación gradual para permitir que se desarrollen las condiciones que hagan posible su aplicación.

#### **4.6. Disposiciones de la LGEEPA que han sustentado la restauración de suelos contaminados**

De particular relevancia para los propósitos de la definición de "Campos de Acción de la Política Ambiental Respecto a Sitios Contaminados", son los principios que plantea la Ley para sustentar la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en ella, entre los que destacan los siguientes:

- Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del país.
- Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad.
- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico.
- 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.
- La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de vida de las futuras generaciones.
- La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos.
- El aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse de manera que se asegure el mantenimiento de su diversidad y renovabilidad.
- 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.

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

En lo que se refiere a los instrumentos de la política ambiental y a la planeación ambiental, además de plantear que deberán observarse los lineamientos de política ambiental que establezcan el Plan Nacional de Desarrollo y los programas correspondientes, la Ley establece que:

“El Gobierno Federal promoverá la participación de los distintos grupos sociales en la elaboración de 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”.

A su vez, en lo que respecta al ordenamiento ecológico del territorio, la Ley establece que, entre otros, se deberán considerar los siguientes criterios:

- La naturaleza y características de los ecosistemas existentes en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.
- Los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efecto de los asentamientos humanos, de las actividades económicas o de otras actividades humanas o fenómenos naturales.
- El impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, vías de comunicación y demás obras y actividades.

También son relevantes al tema que nos ocupa, los planteamientos de la LGEEPA en relación a que las NOM en materia ambiental no necesariamente deberán implicar el uso obligatorio de tecnologías específicas y que, cuando así lo hicieren, 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. Cuando la resolución sea favorable, la Ley indica que deberá publicarse en un órgano de difusión oficial y surtirá efectos de beneficio de quien lo solicite, respetando, en su caso, los derechos adquiridos en materia de propiedad industrial.

Para sustentar la autorregulación y las auditorías ambientales, a través de las cuales se han impulsado a la fecha la mayoría de las acciones de restauración de sitios contaminados, la Ley plantea que:

“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 comprometen a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental”.

La Ley establece, también, que la Secretaría 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 previstos 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 de 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 de Metrología y Normalización.
- 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.

A, su vez, la Ley prevé que 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.

En su Título relativo a la Protección al Ambiente la Ley establece que, en los términos que señalen los reglamentos de la misma, la Secretaría “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 deban otorgarse”.

Asimismo, “la Secretaría deberá establecer los mecanismos y procedimientos necesarios, con el propósito de que los interesados realicen un solo trámite, en aquellos casos en que para la operación y funcionamiento de establecimientos industriales, comerciales o de servicios se requiera obtener diversos permisos, licencias, autorizaciones que deban ser otorgados por la propia dependencia”.

En el Capítulo sobre la prevención y control de la contaminación del suelo, la Ley indica que para ello 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 reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.
- IV. 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.

Aunado a lo anterior, la Ley indica que los criterios antes referidos 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.
- 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.

Además señala que 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.
- IV. Riesgos y problemas de salud.

Complementan las disposiciones anteriores, las relativas a que:

- Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga la Ley, la Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.
- 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.

A pesar de todas las disposiciones anteriores, la LGEEPA no establece normas que regulen de manera específica el desempeño ambiental en materia de restauración de suelos contaminados con materiales y residuos peligrosos, ni se han desarrollado disposiciones reglamentarias o normas oficiales mexicanas al respecto.

Asimismo, en la LGEEPA no se establecen definiciones de lo que se entiende por peligro y riesgo.

La Ley, sólo hace referencia a los estudios de riesgo en relación a lo que se consideran como actividades altamente riesgosas, que por involucrar el manejo de grandes volúmenes de materiales peligrosos pueden llegar a tener accidentes por explosión, incendio o liberación de elevadas cantidades de sustancias tóxicas, lo que debe ser evaluado mediante tales estudios y prevenido a través del establecimiento de Programas para la Prevención de Accidentes.

Sin embargo, la Ley prevé el desarrollo de normas oficiales mexicanas para evaluar riesgos y, como se cita unos párrafos atrás, establece que 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 riesgos y problemas de salud, lo que da pauta para regular la aplicación de las metodologías de evaluación de riesgos planteadas en este documento.

Aunado a lo anterior, la Ley ha establecido que “Se impondrá pena de tres meses a seis años de prisión y multa por el equivalente de 1,000 a 20,000 días de salario mínimo vigente en el Distrito Federal, al que sin autorización de la Secretaría, o contraviniendo los términos en que ésta hubiere sido concedida, fabrique, elabore, transporte, distribuya, comercie, almacene, posea, use, reúse, recicle, trate, deseche, descargue, disponga o en general realice actos con materiales o residuos peligrosos que ocasionen o puedan ocasionar graves daños a la salud pública, a los ecosistemas o a sus elementos”. A pesar de la imprecisión de este precepto y la dificultad que implica probar sus hipótesis, es en base al mismo que pudieron efectuarse denuncias penales en casos particulares de abandono de residuos peligrosos y sitios contaminados con ellos y reclamar el resarcimiento del daño y/o su limpieza.

## **4.7. Ley General de Salud**

Es importante destacar que la Ley General de Salud, vigente hasta el año 2001 y que reglamenta el derecho a la protección a la salud en los términos del artículo 4° constitucional, establece que dicho derecho tiene entre sus finalidades el bienestar físico y mental del hombre para contribuir al ejercicio pleno de sus capacidades, la prolongación y el mejoramiento de la calidad de la vida humana.

En los términos de esta Ley, se considera como materia de salubridad general: la prevención y el control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud del

hombre, la salud ocupacional y el saneamiento básico, así como la prevención y control de enfermedades no transmisibles y accidentes.

En la Ley se establecen entre los objetivos del Sistema Nacional de Salud: apoyar el mejoramiento de las condiciones sanitarias del medio ambiente que propicien el desarrollo satisfactorio de la vida.

A su vez, la Ley establece entre las facultades de la Secretaría de Salud las siguientes:

- Promover, orientar, fomentar y apoyar las acciones en materia de salubridad general a cargo de los gobiernos de las entidades federativas, con sujeción a las políticas nacionales en la materia.
- Ejercer la acción extraordinaria en materia de salubridad general.
- Ejercer la coordinación y la vigilancia general del cumplimiento de las disposiciones de esta Ley y demás normas aplicables en materia de salubridad general.

Sumamente relevante para el tema que nos ocupa, es la disposición de la Ley mediante la cual establece que: las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán las medidas y realizarán las actividades a que se refiere ésta Ley, tendientes a la protección de la salud humana de los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente (artículo 116). Más aún, la Ley reconoce que corresponde a la autoridad ambiental federal la formulación y conducción de la política de saneamiento ambiental, en coordinación con la Secretaría de Salud, en lo referente a la salud humana.

En su artículo 118, la Ley General de Salud establece que corresponde a la Secretaría de Salud, entre otros:

- Determinar los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente.
- Emitir las Normas Oficiales Mexicanas a que deberá sujetarse el tratamiento de agua para uso y consumo humano.
- Establecer criterios sanitarios para la fijación de las condiciones particulares de descarga, el tratamiento y uso de aguas residuales o en su caso, para la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas ecológicas en la materia.
- Promover y apoyar el saneamiento básico.
- Asesorar en criterios de ingeniería sanitaria de obras públicas y privadas para cualquier uso.

En su artículo 122, la Ley prohíbe la descarga de aguas residuales sin el tratamiento para satisfacer los criterios sanitarios emitidos de conformidad con lo dispuesto en esta Ley, así como de residuos peligrosos que conlleven riesgos para la salud pública, a cuerpos de agua que se destinan para consumo humano.

## 4.8. Arreglos institucionales en torno a la restauración de sitios contaminados

La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), asumió en 1992 las responsabilidades en materia ambiental de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y en su seno acogió a dos órganos desconcentrados que incidieron sobre la gestión de los sitios contaminados, el Instituto Nacional de Ecología, a cargo del diseño de políticas y programas para prevenir y controlar la contaminación, de la formulación de instrumentos normativos y emisión de autorizaciones a este respecto, así como a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

La PROFEPA, además de su papel fiscalizador del cumplimiento de la ley, que desarrolla a través del Programa de Verificación, se convirtió en una promotora de la autorregulación y promovió el establecimiento del procedimiento y de un Programa de Auditoría Ambiental, a través del cual se han realizado un gran número de procesos de restauración de sitios contaminados, como se verá más adelante.

Cabe recordar que la LGEEPA, en su artículo 38 bis, define a la auditoría ambiental como: “el examen metodológico de las operaciones de una empresa respecto de la contaminación y el riesgo que generan, así como el grado de cumplimiento de la normatividad ambiental y de 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”.

El procedimiento de auditoría ambiental, se caracteriza por:

1. Su desarrollo de acuerdo con los términos de referencia establecidos por la PROFEPA.
2. La identificación del cumplimiento de la normatividad ambiental nacional vigente y, en ausencia de ella (como en el caso del área de restauración de sitios contaminados), de las normas internacionales en la materia o de buenas prácticas de ingeniería.
3. La definición e instrumentación de un conjunto de medidas preventivas y correctivas para hacer frente a las deficiencias detectadas, incluyendo las medidas para restaurar los sitios contaminados, las cuales se encuentran descritas en un Plan de Acción.

Por sus características, la auditoría ambiental constituye un examen integral del desempeño ambiental de una empresa, al cubrir aspectos tan diversos como la liberación de contaminantes al ambiente, la generación y manejo de residuos de toda índole, así como aspectos de riesgo e higiene y seguridad industrial.

El establecimiento y suscripción por parte de la empresa, del Plan de Acción, permite fijar metas concretas y tiempos de cumplimiento, el cual debe justificarse plenamente, ya que durante el periodo en el que se instrumenta el Plan, la PROFEPA suspende la fiscalización e imposición en su caso de sanciones por incumplimiento de la normatividad, salvo que se trate de medidas de seguridad consideradas como de urgente aplicación.

Con relación al tema que nos interesa, las auditorías ambientales comprenden la realización de estudios para determinar el grado de contaminación del suelo y, en su caso, el planteamiento y desarrollo de las medidas de remediación correspondientes.

En el marco del proceso de mejora regulatoria, en 1996 y 1997, se llevó a cabo la elaboración de términos de referencia de aplicación genérica para algunos de los giros industriales más relevantes del país, entre los que se encuentran:

- la fabricación de solventes y pinturas,
- la industria metal-mecánica,
- la industria química y farmacéutica,
- la micro y pequeña industrial
- hospitales,
- imprentas, editoriales e industrias conexas,
- curtiduría, e
- industrias recicladoras.

#### **4.9. Atención a contingencias y emergencias ambientales<sup>16</sup>**

Para dar atención oportuna y eficaz a las emergencias ambientales en 1996, se creó en la Subprocuraduría de Auditorías Ambientales de la PROFEPA, la Dirección General de Emergencias Ambientales, una de cuyas funciones ha sido la de atender las contingencias y emergencias ambientales derivadas del manejo de sustancias químicas peligrosas que pudieran representar un riesgo para la población o al medio ambiente. Entre las acciones desarrolladas en este marco se encuentran las referidas en el cuadro siguiente, dadas las atribuciones conferidas a la PROFEPA en el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), en el cual se incluyeron las siguientes.

- Emitir recomendaciones para aplicar medidas preventivas, correctivas y de seguridad, para la atención de emergencias ambientales.
- Formular programas para la evaluación, restauración y seguimiento de daños ambientales.
- Elaborar programas para la identificación, evaluación y restauración de sitios contaminados que pongan en peligro a las personas y al ambiente.
- Coordinar y realizar, en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables, por sí misma, o a través de terceros, acciones de restauración en sitios contaminados que pongan en peligro a la población o al ambiente.
- Aportar los elementos técnicos...para demandar ante las instancias que procedan, la remediación de sitios dañados por particulares.

---

<sup>16</sup> De acuerdo con la LGEPA, contingencia ambiental es la situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas y emergencia ecológica es la situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas.

**Cuadro 14. Acciones Desarrolladas en Relación a las Emergencias y Contingencias Ambientales**

Acciones	Observaciones
Mecanismos de coordinación	Se establecieron con las autoridades federales y municipales involucradas en el Sistema Nacional de Protección Civil para la atención a las contingencias y emergencias ambientales.
Creación del Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (COATEA)	Cuyo objetivo fundamental ha sido brindar de manera expedita y confiable, información, orientación y asesoría técnica necesaria para atender contingencias y emergencias ambientales.
Integración de un directorio de profesionales y empresas	Especializados en la atención de emergencias ambientales relacionadas con sustancias químicas, evaluación de daños ambientales y restauración de sitios contaminados.
Consolidación del procedimiento de investigación de accidentes	A fin de identificar las causas que los motivan, formular estrategias de atención y establecer medidas preventivas para evitar la ocurrencia de estos eventos.
Evaluación y restauración de sitios	Afectados por las situaciones de emergencia ambiental y que representan un riesgo para la población o el ambiente.
Desarrollo, instrumentación y consolidación de sistemas de seguimiento	De las emergencias suscitadas en el país, desde su registro hasta su conclusión, garantizando con ello la adecuada aplicación de la normatividad ambiental y la prevención de accidentes.
Integración y difusión de las experiencias y conocimientos	Derivados de la atención a contingencias y emergencias ambientales, a través de inventarios anuales.
Consolidar el procedimiento de seguimiento de emergencias ambientales	Desde su registro inicial hasta su conclusión.

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Informe 1995-2000. PROFEPA/SEMARNAP. 2000.

## 4.10. Red de Laboratorios Regionales de Control Ambiental

Un aspecto institucional particularmente relevante al tema de la remediación de sitios contaminados, ha sido la creación de cinco Laboratorios Regionales de Control Ambiental, con recursos aportados por el Banco Mundial y ubicados en las ciudades de Mexicali, Ciudad Juárez, Guanajuato, Saltillo y Villahermosa, así como de un laboratorio central creado con recursos fiscales. El propósito de esta red de laboratorios, es analizar las muestras recabadas en las visitas de inspección y verificación a las industrias, con la finalidad de proporcionar evidencias técnicas del grado de cumplimiento de la normatividad. Cada uno de estos laboratorios está equipado para realizar las pruebas que permiten determinar las características que hacen a un residuo peligroso, así como 46 parámetros normados; estos laboratorios se incorporaron a un programa de intercalibración y de validación de métodos analíticos desarrollado con el apoyo del Centro Nacional de Metrología (CENAM).

## 4.11. Arreglos Institucionales Actuales

### 4.11.1. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

En la presente administración gubernamental, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), ha llevado a cabo una reorganización estructural y

funcional con base en el Reglamento Interior publicado el 4 de junio de 2001 en el Diario Oficial de la Federación, que incide sobre la gestión de los sitios contaminados.

#### **a) Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental**

La Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental ha asumido las funciones que tenía el Instituto Nacional de Ecología (INE) en cuanto a formulación de políticas, a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, la cual tiene las atribuciones siguientes:

- Formular con la colaboración de las unidades administrativas de la Secretaría y del INE, políticas e instrumentos de política ambiental y modelos regionales de planeación y gestión participativa encaminados a propiciar el desarrollo sustentable.
- Promover, a través de instrumentos de política y de gestión ambiental y de la coordinación con los tres órdenes de gobierno, la incorporación de las consideraciones ambientales en la toma de decisiones de los sectores productivos.
- Diseñar con la colaboración de las unidades administrativas de la Secretaría y sus órganos desconcentrados, los instrumentos de coordinación con las dependencias del Gobierno Federal, los gobiernos de las entidades federativas y municipales para la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de la política ambiental nacional y de los programas de la Secretaría.
- Formular y promover, con la colaboración técnica del INE y la participación de las unidades técnicas de la Secretaría y sus órganos desconcentrados, los programas de ordenamiento ecológico general del territorio, marino y regional en que participe la Federación y realizar su seguimiento, así como prestar el apoyo técnico para la formulación y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico regionales y locales a cargo de las entidades federativas y municipios que lo soliciten.
- Diseñar, establecer, promover y evaluar políticas, lineamientos y modelos de actuación sobre manejo de riesgo ambiental a nivel nacional, con la participación que corresponda a las unidades administrativas, órganos desconcentrados y delegaciones federales de la Secretaría en coordinación con otras dependencias federales y en colaboración con los gobiernos de las entidades federativas y municipios.

#### **b) Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental**

A la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental le corresponde desarrollar los instrumentos regulatorios en las distintas materias ambientales, incluidos los relativos a la remediación de sitios contaminados, a través de las Direcciones Generales del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables, de la Industria, de Fomento Ambiental del Desarrollo Urbano, Transporte, Servicios y Turismo, y de Energía y Actividades Extractivas.

#### **c) Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental**

Por su parte, la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, entre otros, está encargada de:

- Coadyuvar con la PROFEPA en la determinación de medidas para el manejo de materiales y residuos peligrosos, atención a accidentes que los involucren y para la atención de emergencias ambientales.
- Elaborar programas para la identificación, evaluación y remediación de sitios contaminados por materiales y residuos peligrosos, así como evaluar, dictaminar y resolver sobre la utilización de tecnologías y sustancias para la recuperación de sitios contaminados por esos materiales y residuos.

Tales funciones las realiza a través de su Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes, la cual de conformidad con el artículo 26 del Reglamento Interior, está facultada para realizar las siguientes acciones relacionadas con la remediación de sitios contaminados:

- Aplicar la política general de gestión de la calidad del aire y manejo sustentable de cuencas atmosféricas y sobre materiales, sustancias y residuos peligrosos y actividades altamente riesgosas, así como participar en su formulación con las unidades administrativas competentes de la Secretaría;
- Expedir, suspender, anular, nulificar o revocar total o parcialmente las licencias de funcionamiento, constancias y registros a fuentes fijas de contaminación atmosférica de jurisdicción federal, así como las autorizaciones para la realización de actividades altamente riesgosas y el manejo de materiales y residuos peligrosos;
- Ser el conducto de recepción y respuesta en un solo trámite, de las solicitudes de autorizaciones, licencias, constancias y registros de su competencia y de las que corresponda expedir a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para la operación y funcionamiento de establecimientos industriales;
- Participar con la Dirección General de Estadística e Información Ambiental, en el establecimiento y actualización de una base de información relativa a emisiones y transferencias de sustancias y residuos peligrosos y de contaminantes específicos en aire y suelo, así como en la integración de la información al registro de emisiones y transferencia de contaminantes a la atmósfera de la Secretaría y determinar las reglas e instructivo de reporte de la cédula de operación anual;
- Coadyuvar con las unidades administrativas y órganos desconcentrados competentes de la Secretaría, en la promoción ante los gobiernos estatales y de los municipios, del fortalecimiento institucional local en materia de gestión de la calidad del aire, así como de la evaluación de riesgos ambientales a nivel local y la reducción de residuos en la fuente;
- Apoyar a la Unidad Coordinadora de Participación Social y Transparencia en la orientación y fortalecimiento de la participación pública en programas de prevención y control de la contaminación atmosférica y de la originada por sustancias y residuos peligrosos;

- Proponer la aplicación de instrumentos de prevención y control integrado de la contaminación, de acuerdo con principios de modernización de la regulación ambiental y de manejo sustentable de cuencas atmosféricas;
- Participar en la elaboración de dictámenes de programas de contingencias ambientales;
- Participar con la Dirección General de Estadística e Información Ambiental, en el establecimiento de los requerimientos y elementos para obtener información relevante sobre sustancias y residuos peligrosos;
- Participar en la celebración y ejecución de convenios con los gobiernos de las entidades federativas y municipios, así como con los grupos sociales interesados, para el cumplimiento de las atribuciones del Gobierno Federal relativas al manejo de los materiales y residuos peligrosos y actividades altamente riesgosas;
- 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, 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;
- Dar cumplimiento a los compromisos y proyectos internacionales relacionados con el manejo sustentable de cuencas atmosféricas y sustancias y residuos peligrosos, con la colaboración del Instituto Nacional de Ecología y conforme a los lineamientos que establezca la Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales;
- Participar en la elaboración de normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables para la regulación y autorización del proceso, uso, importación y exportación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, conjuntamente con las dependencias que participen en los organismos intersecretariales competentes a cargo de dichas actividades;
- Elaborar programas para la identificación, evaluación y restauración de sitios contaminados por materiales y residuos peligrosos, así como evaluar, dictaminar y resolver sobre la utilización de tecnologías y sustancias para la recuperación de los suelos contaminados por dichos materiales y residuos peligrosos.

## **d) Órganos Desconcentrados**

### ***d.1. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente***

La Procuraduría, a través de las Subprocuradurías de Auditoría Ambiental, de Verificación Industrial, de Recursos Naturales y Jurídica, entre otros, y de manera resumida, está facultada para:

- Vigilar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental, de impacto ambiental y ordenamiento ecológico de competencia federal.
- Recibir, investigar y atender o, en su caso, canalizar ante las autoridades competentes, las denuncias por el incumplimiento de las disposiciones jurídicas a las que hace referencia el párrafo anterior.
- Salvaguardar los intereses de la población y fomentar su participación en el estímulo y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones jurídicas ambientales.
- Coadyuvar con otras autoridades federales, así como con las estatales y municipales que lo soliciten, en el control de la aplicación de la normatividad ambiental.
- Emitir resoluciones derivadas de los procedimientos administrativos en el ámbito de su competencia.
- Investigar las infracciones a la normatividad ambiental.
- Denunciar ante el Ministerio Público Federal los actos, hechos u omisiones que impliquen la probable comisión de delitos contra el ambiente.
- Participar con las autoridades competentes en la elaboración de anteproyectos de normas oficiales mexicanas, estudios, programas y proyectos para la protección, defensa y restauración del medio ambiente y los recursos naturales.
- Recopilar, sistematizar y, en su caso, publicar la información derivada del ejercicio de sus atribuciones.
- Coordinar y concertar la ejecución de instrumentos económicos y financieros que coadyuven al cumplimiento de los objetivos de la política ambiental en el ámbito de su competencia.

## ***d.2. Comisión Nacional del Agua***

La Comisión Nacional del Agua (CNA), tiene las atribuciones que se establecen en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y en el Reglamento Interior de la Secretaría al que aquí se hace referencia.

En particular, corresponden a la Subdirección General de Administración del Agua, las siguientes atribuciones relativas a la protección de este elemento respecto de los riesgos de contaminación como consecuencia de la existencia de sitios contaminados:

- Administrar y custodiar las aguas nacionales, así como vigilar el cumplimiento de la Ley y demás ordenamientos en la materia.
- Realizar la inspección y verificar la calidad de las aguas nacionales.
- Establecer las condiciones particulares de descarga, que deben satisfacer las aguas residuales.
- Vigilar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas en las materias de su competencia.
- Promover las medidas necesarias para evitar que basura, desechos o residuos, materiales, sustancias tóxicas y lodos producto de los tratamientos de aguas residuales, contaminen las aguas superficiales o del subsuelo y los bienes sujetos a protección, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables.

- Ejercer las atribuciones que corresponden a la Federación en materia de prevención y control de la contaminación del agua, así como llevar a cabo su inspección y sanción, en los términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

#### ***d.3. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua***

A este Instituto le corresponden las atribuciones siguientes, relevantes al tema que nos ocupa:

- Realizar investigación, desarrollar, adaptar y transferir tecnología, prestar servicios tecnológicos y preparar recursos humanos calificados para el manejo, conservación, rehabilitación y aprovechamiento sustentable del agua.
- Participar en la elaboración de anteproyectos de normas oficiales mexicanas en el ámbito de su competencia.
- Proponer orientaciones de política hidráulica nacional.

#### ***d.4. Instituto Nacional de Ecología***

A este Instituto le corresponde en aspectos relacionados con la remediación de sitios contaminados:

- Brindar apoyo técnico y científico a las unidades administrativas de la Secretaría para formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de equilibrio ecológico y protección al medio ambiente.
- Coordinar, promover y desarrollar la investigación científica para formular y conducir la política general de saneamiento ambiental, en coordinación con las áreas competentes de la Secretaría, con la Secretaría de Salud y demás dependencias competentes.
- Coordinar, promover y desarrollar la investigación científica para formular y conducir la política general en materia de prevención y control de la contaminación y manejo de materiales peligrosos.
- Formular, en apoyo a las unidades administrativas competentes de la Secretaría, los estudios de ordenamiento ecológico del territorio y regulación ambiental del desarrollo urbano.
- Coadyuvar, con las unidades administrativas competentes de la Secretaría, en: a) el desarrollo y promoción de instrumentos económicos fiscales, financieros y de mercado de política ambiental, así como de metodologías y procedimientos de evaluación económica del capital natural y de los bienes y servicios ambientales que presta y b) la cuantificación del costo de la contaminación del ambiente y el agotamiento de los recursos naturales provocados por las actividades económicas.
- Contribuir al diseño de instrumentos de política ambiental y de aprovechamiento de recursos naturales.
- Proponer, impulsar y apoyar técnicamente la elaboración de normas en materia de ordenamiento ecológico, conservación de ecosistemas y especies de vida silvestre, contaminación y calidad ambiental.
- Diseñar, proponer y fomentar el desarrollo de capacidades de investigación y gestión ambiental en las entidades federativas y municipios.

- Promover y desarrollar con instituciones académicas y de investigación la investigación jurídica en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, en coordinación con la Coordinación General Jurídica de la Secretaría.

## **4.12. Secretaría de Salud**

### **a) Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios**

Considerando que es responsabilidad del Estado la protección de la sociedad frente a los potenciales riesgos de la salud ocasionados por el uso y consumo de productos tales como alimentos y sustancias, para lo cual la Ley General de Salud ha conferido a la Secretaría de Salud el ejercicio del control sanitario sobre el proceso, uso, importación, exportación, aplicación y disposición final de tales productos y para fortalecer su capacidad en la materia, el jueves 5 de julio de 2001 se creó por Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios.

A esta Comisión se le han conferido, entre otras, las siguientes atribuciones:

- Proponer e instrumentar la política nacional de protección contra riesgos sanitarios en materias tales como las sustancias tóxicas o peligrosas para la salud y productos biotecnológicos, así como de prevención y control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud del hombre, salud ocupacional y saneamiento básico; sobre lo cual ejercerá vigilancia sanitaria.
- Elaborar y expedir las normas oficiales mexicanas relativas a los productos, actividades, servicios y establecimientos materia de su competencia.
- Efectuar la evaluación de riesgos a la salud en las materias de su competencia.
- Ejercer las atribuciones que las disposiciones aplicables le confieran a la Secretaría de Salud en materia de efectos del ambiente en la salud, salud ocupacional, residuos peligrosos, saneamiento básico y accidentes que involucren sustancias tóxicas, peligrosas o radiaciones.
- Identificar y evaluar los riesgos para la salud humana que generen los sitios en donde se manejan residuos peligrosos.
- Participar, en coordinación con las unidades administrativas competentes de la Secretaría, en la instrumentación de las acciones de prevención y control de enfermedades, así como de vigilancia epidemiológica, especialmente cuando éstas se relacionen con los riesgos sanitarios derivados de los productos, actividades y establecimientos materia de su competencia.

Para su funcionamiento esta Comisión cuenta entre sus órganos y unidades administrativas las siguientes, relevantes al tema de la prevención y reducción de riesgos sanitarios de los sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos a la Dirección General de Salud Ambiental y al Laboratorio Nacional de Salud Pública.



## **5. PROBLEMAS Y LOGROS DE LA GESTIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS EN MÉXICO HASTA EL AÑO 2000**

No existe en la actualidad en México un marco jurídico explícito y sustentado en disposiciones normativas de desempeño o de gestión que determinen lo que procede en materia de caracterización, evaluación de riesgos y remediación de sitios contaminados con residuos peligrosos y que den certeza jurídica a los involucrados.

La definición de una política respecto de los sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos destinada a proteger la salud de la población y al ambiente, además de requerir la definición de lo que se entiende por política pública y del marco conceptual en la materia, así como el análisis de las experiencias y del marco jurídico e institucional nacionales, demanda puntualizar aspectos no resueltos, debilidades y áreas de oportunidad para progresar en la atención y solución a los problemas que estos sitios representan, lo cual es el objeto de esta sección.

El análisis de las disposiciones que regulan la gestión ambiental de los residuos peligrosos hace patente que la preocupación de los legisladores se centró desde 1988 en que se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos y siete Normas Técnicas Ecológicas al respecto, así como al reformar algunas de estas disposiciones, en dictar normas de desempeño y de gestión al generador para lograr el manejo seguro y ambientalmente adecuado de estos residuos, y en establecer las bases para la creación de los mercados de servicios para llevar a cabo dicho manejo.

Por lo anterior, en ausencia de pautas normativas de desempeño y de gestión en la materia, la atención a la problemática ocasionada por los sitios contaminados con residuos peligrosos y las decisiones respecto de su remediación, han tenido que sustentarse en los últimos diez años (desde la creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) en disposiciones de carácter general y en principios de la política establecidos en la LGEEPA como los siguientes:

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

También, han servido de guía las previsiones de la Ley, contenidas en el Capítulo sobre la prevención y control de la contaminación del suelo, en las que se indica que para ello se considerarán criterios como el siguiente:

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.

Además, han sido útiles los señalamientos de la Ley respecto a que 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:

- V. La contaminación del suelo.
- VI. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos.
- VII. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación.
- VIII. Riesgos y problemas de salud.

La inspección de establecimientos industriales y de servicios y la atención a emergencias provocadas por fugas y derrames accidentales de materiales y residuos peligrosos, o de denuncias ciudadanas sobre sitios contaminados por el abandono clandestino de éstos, permitieron igualmente a la PROFEPA promover la remediación de los mismos, con el propósito de restaurar el equilibrio ecológico, basándose en las disposiciones que al respecto contiene la LGEEPA.

Ante este débil marco regulatorio, la PROFEPA ha logrado los avances más importantes en materia de remediación de sitios contaminados, gracias a la aplicación de uno de los instrumentos de la política ambiental establecidos en la LGEEPA, la auditoría ambiental, a través de la cual:

“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 comprometen a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental”.

Para determinar el grado de limpieza a llevar a cabo en los sitios contaminados, la PROFEPA recurrió al establecimiento de lo que denominó “criterios interinos de limpieza” (principalmente respecto a la concentración máxima de algunos metales pesados e hidrocarburos), lo cual realizó con el concurso de un grupo de trabajo en el que se incorporó la participación de especialistas en la materia, la mayoría provenientes del sector académico, así como de personal del Instituto Nacional de Ecología.

Adicionalmente, la PROFEPA constituyó un registro de empresas dedicadas a brindar servicios de remediación de sitios contaminados e intervino en la determinación de la caracterización de sitios contaminados (con base en lineamientos que ella misma estableció), en su priorización y en la definición de la forma de llevar a cabo su remediación.

Aunque las circunstancias en torno de los sitios contaminados pudieran justificar las diversas modalidades de intervención del órgano responsable de la verificación del cumplimiento de la legislación ambiental, por interpretarse éstas como emergencias o contingencias ecológicas que ponen en riesgo al ambiente y la salud, o el equilibrio ecológico, queda claro que los vacíos regulatorios en la materia dieron pie a:

- Medidas discrecionales que no necesariamente fueron consistentes en casos similares.
- Invasión de esferas de competencias de otros órganos involucrados en la gestión ambiental (como el Instituto Nacional de Ecología) o en el desarrollo de regulaciones y medidas de control para proteger la salud humana (como la Secretaría de Salud).
- Medidas discriminatorias respecto a las empresas de servicios encargadas del manejo de residuos peligrosos que requieren autorización y pago de derechos, a los que no estuvieron sujetas las empresas involucradas en la remediación de sitios contaminados con estos residuos.
- La aplicación de metodologías para priorizar la limpieza de los sitios contaminados, para llevar a cabo su remediación, y para determinar el grado de limpieza, no necesariamente sustentadas en criterios de riesgo y procedimientos validados a nivel internacional.

En resumen, entre otros, se detectan en el marco regulatorio ambiental y sanitario, deficiencias respecto a:

- Determinar quiénes son todos los posibles responsables de la contaminación de sitios, qué tan amplia es la responsabilidad de cada uno de ellos y hasta dónde en el tiempo se extiende dicha responsabilidad.
- Determinar lo que procede cuando una empresa de otro país cierra sus operaciones en México y abandona en sus instalaciones residuos peligrosos, suelos y materiales contaminados (casos de maquiladoras ubicadas en Baja California).
- Determinar lo que procede cuando se abandonan clandestinamente residuos peligrosos en un terreno que es propiedad privada, pero cuyo propietario se desconoce, y los niveles de contaminación representan un riesgo inminente a la salud humana (caso de la empresa productora de cromita en el Estado de México).
- Determinar lo que procede cuando se establece un fideicomiso para limpiar las instalaciones de empresas paraestatales privatizadas (caso de la empresa de agroquímicos en Salamanca, en Guanajuato) o de empresas cuya propiedad fue transferida a empresas paraestatales (caso de empresa productora de azufre en Jalpan, Veracruz), para agilizar, optimizar y asegurar el uso de los recursos para remediar los sitios contaminados.
- Determinar lo que procede cuando un establecimiento industrial, comercial o de servicios, contamina a lo largo de los años la zona aledaña con sustancias potencialmente tóxicas y persistentes, y como consecuencia las poblaciones vecinas muestran elevados índices de exposición a los contaminantes emitidos por esa empresa e incluso manifestaciones clínicas de intoxicación (caso de la empresa metalúrgica en Torreón, Coahuila).

- Determinar lo que procede cuando una actividad desarrollada en una propiedad provoca contaminación en otra vecina, cuyos propietarios consideran que les debe de ser limpiada hasta los niveles en los que se encontraba antes de que se produjera dicha contaminación.
- Establecer requerimientos de información acerca de los sitios contaminados a quiénes los contaminaron, a fin de integrar un expediente que permita evaluar los riesgos que esos sitios representan para la salud y el ambiente.
- Establecer requerimientos de información a las empresas que brindan servicios de remediación o a quienes realicen la remediación de sitios contaminados, para evaluar el desempeño de las tecnologías empleadas en la remediación y los resultados obtenidos.
- Definir qué se entiende por sitio contaminado.
- El establecimiento de procedimientos a seguir para la caracterización y evaluación de los riesgos a la salud y al ambiente derivados de la presencia de contaminantes en los sitios contaminados.
- Precisar los criterios a emplear o a establecer para determinar cuándo y cómo se debe intervenir para realizar su limpieza.
- Los criterios, procedimientos o pautas normativas en los que se basará la limpieza de los sitios contaminados y la determinación del grado de limpieza en función de los usos del suelo.
- Los criterios, procedimientos o pautas normativas para prevenir fugas o derrames en el transporte por ducto o en el almacenamiento en tanques subterráneos de materiales peligrosos, así como para remediar los sitios contaminados por ellos.
- Los criterios, procedimientos o pautas normativas para remediar los sitios contaminados en caso de accidentes en actividades riesgosas en las que se liberen súbitamente sustancias peligrosas al ambiente en grandes cantidades.
- Las características que deben reunir y las responsabilidades de quiénes intervienen en la caracterización y evaluación de los riesgos de los sitios contaminados.
- Las obligaciones, incluida la necesidad o no de obtener una autorización, por parte de las empresas que brindan servicios de remediación de sitios contaminados.
- La definición de los requisitos que deben reunir las tecnologías y productos (incluyendo los organismos modificados genéticamente empleados en la bioremediación) a emplear en la remediación de sitios contaminados.
- Los criterios, procedimientos o normas a aplicar para prevenir la transferencia de contaminantes de un medio a otro durante los procesos de remediación de sitios contaminados.

- Las medidas a establecer para hacer el seguimiento de los sitios contaminados después de su remediación.
- La participación de los distintos sectores involucrados en la selección de las opciones de remediación de sitios contaminados.
- La forma en que se dará acceso público a la información sobre los sitios contaminados y remediados.
- Los mecanismos a utilizar para facilitar la valorización y comercialización de los sitios remediados.
- Los instrumentos económicos o de otra índole a emplear para fomentar y costear la remediación, valorización y comercialización de sitios contaminados.
- Los mecanismos de coordinación entre las Secretarías responsables de la protección del ambiente y la salud en materia de regulación y control de los sitios contaminados y de remediación de los mismos.
- Los mecanismos de coordinación entre las autoridades federales competentes y las autoridades responsables del desarrollo urbano a nivel estatal y de la autorización de los usos del suelo a nivel municipal, en materia de fomento y aprobación de la remediación de sitios contaminados, así como de valorización y comercialización de sitios remediados.

## 5.1. Marco institucional

Dentro de la misma institución ambiental (primero Secretaría de Desarrollo Social y después Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca) sus órganos responsables de la definición de políticas, desarrollo de instrumentos regulatorios y emisión de permisos (Instituto Nacional de Ecología) y de la verificación y promoción del cumplimiento de la ley, no lograron converger en la definición de una política en materia de prevención de la contaminación y remediación de sitios contaminados, ni en el desarrollo y aplicación de los instrumentos para poner en práctica esa política. Como tampoco se logró en el interior de la propia PROFEPA que las áreas responsables de la verificación industrial y de las auditorías ambientales, convinieran en una política común en esta materia; lo cual es contrario al proceso de mejora regulatoria y crea incertidumbre jurídica en los particulares.

La gran ausente en la definición de criterios sanitarios para proteger la salud de la población de las sustancias peligrosas presentes en los sitios contaminados, ha sido hasta ahora la Secretaría de Salud, a la cual la Ley General de Salud y la propia Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos facultan a proteger y garantizar el derecho a la salud, incluyendo en relación con los factores ambientales, como los que están involucrados en este caso.

Al iniciarse una nueva administración gubernamental federal, y ocurrir cambios en la estructura organizacional y en la distribución de atribuciones y funciones dentro de sus órganos involucrados en las cuestiones relacionadas con la gestión de sitios

contaminados, tanto en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), como en la Secretaría de Salud, surge la oportunidad de redefinir la forma en que se logrará el establecimiento de una política común en la materia y cómo se harán más eficientes los mecanismos de coordinación, aprovechando el desarrollo de los programas de mejora regulatoria y de implantación de servicios de calidad certificados.

Asimismo, en el nuevo contexto de la federalización y descentralización de funciones, se aprecia la conveniencia de aclarar la forma en que estados y municipios intervendrán en los procesos de identificación, caracterización, evaluación, priorización, remediación y valorización de los sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos.

Un elemento esencial para la toma de decisiones, es el acceso a la información que el INE y la PROFEPA han recabado a lo largo de los años relacionada con la gestión de los sitios contaminados y su remediación, entre otros para contar con elementos para determinar cuál ha sido el desempeño de las distintas tecnologías empleadas en las diversas regiones de México, para atender diferentes problemas de contaminación con tipos variados de materiales y residuos peligrosos. Asimismo, esta información puede ser de gran valor para evaluar el desempeño de las empresas que han brindado servicios en la materia e identificar qué fallas se han encontrado en su operación que deban subsanarse mediante medidas regulatorias o de otra índole.

## **5.2. Identificación, clasificación y priorización de sitios contaminados**

Las fuentes de información respecto de los sitios contaminados que han sido identificados en México varían e incluyen, entre otros:

- Visitas de inspección o verificación del cumplimiento de la legislación ambiental, realizadas a establecimientos industriales, comerciales y de servicios de jurisdicción federal.
- Auditorías ambientales voluntarias.
- Denuncias ciudadanas.
- Noticias periodísticas.
- Estudios realizados por consultores o instituciones académicas.

Una primera observación respecto a la identificación de los sitios contaminados, es que no obedece a una política previamente establecida en la que se fijen objetivos y procedimientos a seguir al respecto, por lo que carece de sistematización.

Asimismo, y a pesar de que la PROFEPA desarrolló y difundió guías para caracterizar y evaluar el daño que pueden representar los sitios contaminados, éstas no están basadas en las metodologías de evaluación de riesgos a la salud y al ambiente a las que se hace referencia en este documento ni tampoco han sido aplicadas de manera regular por otras fuentes de información.

Por lo anterior, el agrupamiento en tres clases: Nivel A, Nivel B y Nivel C, con fines de desencadenar medidas de intervención, seguido por la PROFEPA, si bien permite de manera gruesa la caracterización de los sitios y la toma de decisiones, particularmente en

situaciones de emergencia (como cuando ocurren derrames accidentales de materiales peligrosos), no necesariamente son la mejor opción para determinar el grado de prioridad que debe otorgarse a un sitio que lleva años contaminado, en función de los riesgos que representa para la salud y el ambiente.

El problema mayor, es que esta información no ha estado accesible para otras autoridades con competencia en la materia, dentro de la misma Secretaría (como fue el caso del INE), como de otras secretarías (como la Secretaría de Salud) o de los gobiernos locales.

### 5.3. Fuentes de contaminación

La PROFEPA incluye en su listado de posibles fuentes de contaminación de sitios a las siguientes:

- **Fuentes fijas:** a) Establecimientos industriales, comerciales y de servicios, b) Tiraderos de basura en los cuales se depositan residuos peligrosos mezclados con los residuos domiciliarios y c) Lugares en los que se abandonan clandestinamente residuos peligrosos.
- **Accidentes en el transporte de materiales o residuos peligrosos:** a) Ductos, b) Transporte carretero, c) Transporte por ferrocarril.

En cuanto a los establecimientos industriales y de servicios, se distinguen los que corresponden a:

- La industria paraestatal (como instalaciones de PEMEX, de la Compañía Federal de Electricidad, Ferrocarriles Nacionales, empresas privatizadas productoras de agroquímicos).
- Estaciones de servicios que distribuyen gasolina.
- Empresas industriales del sector privado.

Esta distinción es importante para fines de gestión de los sitios contaminados, en la medida que la limpieza de éstos cuando se trata de empresas paraestatales corresponde al Estado, aún cuando se privaticen (en cuyo caso se han creado fideicomisos para costear su limpieza).

En el caso de los tiraderos de basura controlados por los municipios, correspondería a éstos hacerse cargo de su limpieza.

La frecuencia tan grande con la que ocurren accidentes en el transporte por ductos de materiales peligrosos y la contaminación de los sitios en donde suceden por el derrame de volúmenes significativos de los mismos, así como el número elevado de casos de fugas de combustibles en las estaciones de servicios y de otros materiales en los tanques de almacenamiento dentro de instalaciones industriales, comerciales y de servicios, hacen urgente establecer una normatividad al respecto.

## **5.4. Tipos de residuos peligrosos frecuentes**

Por ser México un país minero, con más de trescientos años de actividad de la industria minera y de fundición de metales, no es de sorprender que entre los residuos peligrosos más frecuentemente encontrados en los sitios contaminados se encuentren los que contienen metales potencialmente tóxicos como el arsénico, cadmio, mercurio y plomo. La forma o especie química bajo la cual se presentan estos metales en los diferentes minerales y residuos puede variar de un lugar a otro, como también su movilidad o disponibilidad; lo cual contribuye a aumentar o disminuir sus riesgos potenciales para las poblaciones y ecosistemas vecinos a los sitios en los que se encuentren. Aunado a lo cual, las características del suelo y climáticas en cada lugar pueden también influir en este mismo sentido; lo cual demanda el desarrollo de procedimientos de muestreo, análisis y evaluación de riesgos que consideren todas estas variables.

El hecho de que también seamos un país petrolero, en el que las actividades de extracción, producción y formulación de petróleo y sus derivados, se desarrollaron activamente a partir de la década de 1940, sobre todo en los sitios en los que se encuentran los yacimientos más importantes, ha dado lugar a que se creen sitios contaminados con hidrocarburos en zonas de alta vulnerabilidad ecológica, como es la zona costera del Golfo de México. Por esta razón, un gran número de las actividades relacionadas con la remediación de sitios contaminados corresponden a instalaciones de la empresa paraestatal Petróleos Mexicanos e involucran frecuentemente la limpieza de sitios en los que se depositaron los lodos aceitosos provenientes de los procesos de extracción del petróleo, los cuales contienen cadenas de hidrocarburos de diferente tamaño, biodegradabilidad y toxicidad, cuyo manejo demanda considerar los riesgos particulares de cada grupo, para determinar el grado de limpieza en función del riesgo que cada uno representa para la salud de la población y los ecosistemas.

Aparte de estos dos grupos de contaminantes ubicuos, los plaguicidas acumulados en los suelos como consecuencia de las actividades de producción o formulación de los productos, de la disposición de sus residuos o de su aplicación en el campo, constituyen otro tipo de residuos peligrosos cuyo manejo ambientalmente adecuado con fines de remediación requiere ser definido y fomentado. Lo mismo ocurre con los bifenilos policlorados, los cuales se han visto involucrados en fugas y derrames accidentales, o en vertimientos clandestinos en sitios abandonados, lo cual hace necesario contar con pautas, criterios, procedimientos o normas para llevar a cabo la limpieza de sitios contaminados con ellos o con otros compuestos organoclorados (como disolventes, plaguicidas).

## **5.5. Iniciativas de remediación**

Ante la indefinición de la extensión en el tiempo de la responsabilidad respecto a la contaminación de sitios y su limpieza, así como por la incapacidad de aplicar la legislación ambiental de manera retroactiva, el programa de auditorías ambientales voluntarias establecido y fomentado por la PROFEPA, parece ser la mejor opción para lograr la

remediación de las instalaciones de empresas industriales y de servicios, como lo indican los millones de toneladas de suelos sujetos a procesos de descontaminación o de extracción con fines de envío a confinamiento a otro lugar.

En el caso de la industria Peñoles, ubicada en Torreón, Coahuila, aún cuando no se trata de un caso clásico de remediación, la limpieza de la zona y construcciones aledañas para reducir los niveles de exposición al plomo de la población y en especial de los niños, muestran que la presión pública jugó un papel más importante que el propio marco legal para obligar a la empresa contaminante a restaurar el sitio y reparar el daño ocasionado a la población.

En el informe 1995-2000 de la PROFEPA, no es posible apreciar cuántas remediaciones fueron promovidas como resultado de las visitas de inspección y con qué base legal se indujeron.

En casos en los que se han creado fideicomisos con los ingresos resultantes de la venta de empresas paraestatales contaminadas que fueron privatizadas, para asignar estos recursos a su limpieza, no siempre se ha logrado eficientemente este objetivo, entre otros por:

- Falta de medidas regulatorias que guíen en la asignación de los recursos;
- Fallas en la definición de a quien le corresponde asumir la responsabilidad de realizar la limpieza y definir hasta dónde limpiar;
- No contarse con suficientes fondos para llevarla a cabo tanto cómo se quisiera; y
- Por no contarse con empresas autorizadas y con capacidad de efectuar la remediación en los tiempos previstos.

También, se han dado casos en que empresas que cerraron sus operaciones dejando instalaciones altamente contaminados, pagaron a sus acreedores con sus bienes inmuebles incluyendo estas instalaciones (en un caso el acreedor fue una industria paraestatal), con lo cual se transfirió a éstos la responsabilidad de la limpieza, teniéndose que crear un fondo para tal fin, el cual fue transferido en uno de estos casos al Gobierno estatal correspondiente para que el costeara la remediación, sin que esto haya tenido lugar hasta el presente.

Otro ejemplo que ilustra la dificultad de remediar sitios contaminados, es el de una industria productora de cromo que cerró sus operaciones abandonando cerca de 70 mil toneladas de residuos conteniendo cromo VI, desapareciendo los propietarios y donde el terreno en el que se encuentran las instalaciones abandonadas y contaminadas, pertenecen a otro particular al cual no se ha tenido acceso. La dispersión de los residuos conteniendo cromo alrededor de la empresa, cuando aún se encontraba en operación llevó a realizar estudios que confirmaron la existencia de manifestaciones de intoxicación en sus trabajadores, así como a caracterizar el sitio y proponer medidas de remediación que nunca se llevaron a cabo y más de 20 años después el sitio sigue abandonado, en la población de Lechería en el Estado de México.

Entre los problemas no resueltos han estado:

**La distinción entre lo que se considera como un residuo peligroso y un suelo contaminado con residuos peligrosos.** Para dar una idea de las confusiones que ocasiona este hecho se debe tener presente que si el suelo contaminado es considerado

como un residuo peligroso, entonces aplica la Norma Oficial Mexicana 052 que establece qué sustancias tóxicas hacen a un residuo peligroso y qué concentraciones deben alcanzar para que esto sea así. Las consecuencias de esta suposición es que entonces el nivel de limpieza a alcanzar en un sitio contaminado, sólo se establece en relación con esas sustancias y debe ser tal que reduzca su cantidad por debajo del nivel fijado en la norma.

**Los tiempos fijados para realizar la remediación.** Por lo general, y tratándose de empresas paraestatales, la normatividad administrativa en cuanto al ejercicio presupuestal, presiona porque se realicen los contratos y las obras respectivas en el curso de un año fiscal, cuando muchas remediaciones requerirían años para llevarse a cabo, sobre todo si están basadas en un proceso que incluye la evaluación de los riesgos respectivos, la formulación de la estrategia apropiada de remediación, la selección ponderada de las tecnologías y el tiempo requerido para llevar la limpieza a los límites establecidos. Sobre todo, tratándose de bioremediación, una de las alternativas más costo-efectivas para llevar a cabo la limpieza de sitios contaminados, el tiempo requerido para completarla puede ser prolongado.

**La imposición *a priori* de niveles de limpieza.** Aún cuando en algunos casos se justifica el establecimiento de niveles máximos permisibles de ciertos contaminantes en los suelos o en el agua, sobre todo cuando la contaminación es preponderantemente de un solo tipo o por un número reducido de contaminantes comunes, la mayoría de los sitios contaminados requieren ser estudiados y evaluados caso por caso, dada la variada contaminación que presentan y las particularidades del entorno en cuanto a su vulnerabilidad.

Todos estos ejemplos muestran la complejidad del problema y la urgente necesidad de contar con una política nacional y una legislación en la materia.

## 5.6. Aspectos tecnológicos

La legislación ambiental mexicana establece que la normatividad no debe prescribir el uso de tecnologías específicas para lograr los niveles de calidad ambiental que persigue, lo cual deja abierta la posibilidad a la innovación tecnológica, pero es muy imprecisa respecto a qué criterios seguir cuando se carece de referencia al nivel de calidad ambiental, o al grado de contención de los contaminantes o de limpieza que deben alcanzar los sitios contaminados tras su remediación, para seleccionar la mejor tecnología en cada caso.

En México, entre otros, se sabe que entre las tecnologías que se han empleado más frecuentemente, se encuentran:

- La bioremediación *in situ* o fuera del sitio.
- El encapsulamiento.
- La aeración de suelos para eliminar residuos peligrosos volátiles.
- El confinamiento *in situ* o fuera del sitio, acompañado o no de la estabilización y neutralización de los contaminantes.
- El uso de surfactantes acompañado de otra modalidad de tratamiento.
- La desorción térmica.

Sin embargo, al no haber ninguna normatividad al respecto, ni haber habido ningún procedimiento administrativo a seguir de manera regular para autorizar a las empresas a aplicar estas tecnologías, no se fijaron condiciones de carácter normativo para ello, tendentes a:

- Prevenir la transferencia de contaminantes de un medio a otro.
- La generación de subproductos más peligrosos o riesgosos que los contaminantes que se buscaba eliminar.
- La lixiviación de los contaminantes encapsulados o confinados, e incluso de los contaminantes contenidos en los suelos extraídos del sitio contaminado y llevados a un depósito previo a su tratamiento.
- Establecer sistemas de monitoreo ulterior a la remediación para determinar que no hubiera migración de contaminantes fuera del sitio remediado o que regresaran a el los contaminantes que aparentemente se habían eliminado.

La falta de acceso a la información respecto a los sitios que se sujetaron a remediación, las tecnologías que se emplearon en cada caso, los procedimientos a través de los cuales se llevó a cabo dicha remediación y de los resultados de la misma, impiden juzgar que tan efectivas han sido estas tecnologías. Sin embargo, se han descrito casos en los cuales se obtuvieron evidencias de su no efectividad (por ejemplos casos de encapsulamiento o de aeración) e incluso se sabe que empresas que contrataron servicios de remediación (como PEMEX) realizaron estudios de los resultados de algunos que indican que no siempre fueron efectivos los tratamientos que se aplicaron.

Dado lo antes expuesto, es urgente contar con bases legales para requerir a quienes realicen actividades de remediación de sitios contaminados, que proporcionen información a las autoridades competentes, a fin de evaluar el desempeño de las tecnologías y los resultados de dichas remediaciones.

## **5.7. Desempeño de empresas de remediación**

La falta de procedimientos legales para definir las obligaciones de las empresas que realizan actividades de remediación, contrariamente a lo que sucede con las que brindan servicios de manejo de residuos peligrosos que están sujetas a un procedimiento de autorización, así como el hecho de no haberse definido legalmente si la limpieza de un sitio contaminado corresponde a una forma de manejo de residuos peligrosos, creó un vacío regulatorio que dio lugar a que operaran en el país empresas no sujetas a requerimientos legales por la autoridad competente, en este caso y para el periodo del que se trata, el Instituto Nacional de Ecología.

Aunque existe un registro de tales empresas, no se cuenta con información acerca de su competencia y experiencia profesional y tecnológica en el campo de la remediación, como tampoco acerca de su solvencia moral y económica, lo anterior se señala por las implicaciones que trae consigo su intervención para limpiar sitios contaminados a fin de prevenir o reducir sus riesgos a la salud y al ambiente.

A manera de ejemplo, se citarán algunos problemas identificados como resultado de este vacío regulatorio:

- Se tiene conocimiento de empresas que no contaban con oficinas ni instalaciones para operar en México, por lo que sus negocios se basaban en la información documental contenida en un portafolios.
- Una empresa que se ostentó como experta en remediación de sitios contaminados con plaguicidas, mediante el uso de desorción térmica, no pudo ni siquiera aprobar los protocolos de prueba y terminó dañando su equipo durante dichas pruebas por fallas en la operación.
- Diversas empresas han ganado contratos para remediar la contaminación mediante la aplicación de productos milagrosos cuya composición se desconoce, pero que por la forma de proceder han mostrado tener una completa ignorancia de cómo operan los procesos de remediación que estos productos aparentemente realizan.
- Las empresas que sólo operan al ganar licitaciones, contratan temporalmente a los trabajadores que estarán involucrados en los procesos de remediación, sin garantía alguna de que han recibido la capacitación necesaria y sin necesariamente proporcionar los equipos de protección necesarios para prevenir riesgos a su salud o que ocasionen riesgos a terceros.
- Los propietarios o gerentes de algunas de estas empresas no tienen ninguna formación profesional ni experiencia en el campo de la remediación de sitios contaminados o áreas afines.

## **5.8. Dimensión transnacional del problema**

Para ilustrar los tipos de problemas que pueden ocurrir, relacionados con la contaminación y remediación de sitios por el abandono de residuos peligrosos, y que tienen un carácter transnacional se citarán tres ejemplos:

El más conocido es el de la empresa ubicada en Tijuana, Baja California, que operó como maquiladora dedicada al reciclaje de acumuladores y que fue clausurada por la PROFEPA por sus actividades altamente contaminantes y que terminó por cerrar sus operaciones dejando abandonadas toneladas de residuos peligrosos y tierras contaminadas con ellas. PROFEPA, con el apoyo de la oficina regional de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, y en el marco de las actividades del grupo sobre residuos del Convenio de Cooperación para la Protección Ambiental de la Frontera Norte (Convenio de La Paz), logró obtener el apoyo del Gobierno de California para costear los gastos del confinamiento de los residuos.

Un caso aún no resuelto y similar al anterior, es el de otra empresa maquiladora que cerró dejando abandonadas toneladas de residuos peligrosos también en Baja California, y cuyo propietario se encuentra en Estados Unidos. El caso ha sido llevado ante la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norte América, por los ciudadanos afectados que viven alrededor de esa empresa y que reclaman que se descontamine el lugar.

El último caso, está relacionado con la importación y depósito clandestino de contenedores con bifenilos policlorados en una mina de Zacatecas, cuyo origen son los Estados Unidos y que recientemente ha sido resuelto por las autoridades gubernamentales de la entidad mediante su estabilización y confinamiento *in situ*.

Estos casos plantean la necesidad de definir una política específica en la materia, así como las bases legales y procedimientos administrativos a seguir, para reclamar que se lleve a cabo el retiro de residuos peligrosos y la remediación de los sitios contaminados por los culpables, en el marco de los acuerdos de cooperación y de los mecanismos internacionales para resolver controversias.

## 5.9. Percepción social

Sin duda uno de los problemas más delicados es el de la percepción social respecto a los sitios contaminados y lo que debe hacerse al respecto, así como el de la desconfianza que este sector tiene de quienes contaminaron y de las autoridades con competencia en la materia que intervienen en estos casos.

Por ejemplo, existen casos de sitios contaminados en donde existen contaminantes no altamente peligrosos, en volúmenes no significativos, en formas no movilizables y biodisponibles, y que por lo tanto no requieren ser remediados, pero que la población percibe como un riesgo mayor, dado lo cual el desafío consiste en hacerles ver y aceptar que no existe un problema mayor y que el gasto en la remediación distraería recursos que podrían ser más útiles de ser empleados para otros fines.

Existen también, casos en los cuales la percepción comunitaria respecto a los riesgos que representa un sitio contaminado coinciden con los determinados a través de una evaluación metódica del lugar. En este caso, el reto consiste en explicar esto a la población en riesgo y en involucrarla en el análisis de alternativas para mitigar el problema, antes de que surjan condiciones de crisis que comprometan toda posibilidad de arreglo o de convenir conjuntamente el plan de remediación. Un problema mayor surge cuando no se cuenta con los recursos financieros suficientes para realizar la remediación hasta los niveles de limpieza que los grupos sociales quisieran, pues a toda costa debe de evitarse llegar a un callejón sin salida en el cual se termine en una situación de parálisis en la cual no se haga nada y la población siga sujeta a los riesgos.

Pero el caso más grave es cuando existen grupos civiles que no están dispuestos a escuchar ni mucho menos a llegar a una solución negociada y aceptable para las distintas partes, algunos de los cuales ni siquiera se encuentran o representan los intereses de las poblaciones ubicadas en la vecindad de los sitios contaminados y que incluso pueden adoptar posiciones contrarias a los intereses de esas poblaciones.

En estos casos, ¿qué responsabilidad puede atribuirse a esos grupos civiles que en lugar de contribuir a prevenir o reducir riesgos, crean ellos mismos situaciones de riesgo?.

A este respecto, también, es preciso establecer una política que incluya, entre otros, aspectos relacionados con la equidad y la justicia ambiental, con el acceso público a la

información, la educación, la capacitación y la participación corresponsable de las comunidades en riesgo, en la definición de los planes de remediación.

## **5.10. Recomendaciones surgidas de la experiencia de la PROFEPA**

De acuerdo con el informe de la PROFEPA 1995-200, el riesgo que representan los sitios en los cuales se han abandonado residuos peligrosos que han sido caracterizados, hace necesaria la adopción de medidas urgentes para evitar de inmediato, aunque sea temporalmente, la dispersión de los contaminantes, a través de acciones como las siguientes:

- Bardear o cercar los sitios contaminados.
- Colocar letreros de advertencia y prohibir el paso.
- Contener los residuos con membranas impermeables para evitar su dispersión aérea.
- Dar a conocer a la población aledaña, los riesgos en los que podrían incurrir de no respetar la restricción de entrar en los sitios.
- Elaborar un programa de verificación y supervisar que no se violen las cercas.

Se calcula que el costo de estas medidas en 38 de 105 sitios abandonados, es de alrededor de 150 millones de pesos.

La identificación de sitios contaminados en las 11 entidades federativas faltantes, implica un costo aproximado de 8 millones de pesos a ejercerse en 3 años, mediante la realización de un mínimo de 4 estudios por año.

La caracterización a mayor detalle de los 25 de los 38 sitios contaminados por el abandono de residuos peligrosos, clasificados como de prioridad A, se estima podría constituir una erogación de 15 millones de pesos y requeriría un tiempo cercano a los 3 años. Mientras que su remediación, tomando en cuenta el costo promedio de las remediaciones ya realizadas en otros sitios similares, podría requerir 1,140 millones de pesos.

La PROFEPA concluye en su informe que la atención y solución de los problemas derivados de prácticas inadecuadas de manejo de residuos peligrosos, de la falta de recursos y de políticas que promuevan una disposición segura de éstos, constituye una tarea compleja que demanda medidas que involucran el trabajo conjunto de autoridades, sectores generadores y sobre todo, un elevado financiamiento.

La modificación continua de las condiciones que prevalecen en los sitios contaminados, hace indispensable que su caracterización se acompañe rápidamente de las medidas de mitigación que se consideren necesarias, pues de no ser así perdería vigencia la evaluación de los riesgos que dicha contaminación conlleva para la población y los ecosistemas.

Entre más tiempo se tarde en atender esta problemática, los riesgos a los que se hace referencia pueden llegar a incrementarse o bien dar lugar a una denuncia continua de los hechos por los medios de comunicación o de protestas sociales al respecto.

En estas circunstancias, la PROFEPA recomendó en su informe lo siguiente, referido textualmente:

- En lo referente a vigilancia, la Subprocuraduría de Verificación Industrial, deberá fortalecer sus acciones para verificar la manera en que las industrias disponen sus residuos peligrosos y detectar sitios clandestinos.
- En el aspecto normativo, es necesario que el Instituto Nacional de Ecología, en conjunto con otras instituciones u organismos, desarrollen lineamientos técnico-normativos para la implementación de alternativas de disposición y tratamiento de los residuos, así como los parámetros y límites de cumplimiento.
- Paralelo al desarrollo del Programa, las instituciones y organismos relacionados con el manejo de los residuos, deberán fomentar la formación de cuadros técnicos y profesionales sobre las tecnologías y metodologías que se utilizan para caracterizar y restaurar diferentes tipos de suelos contaminados.
- En apoyo a estas acciones de tipo técnico y tomando en cuenta la experiencia de otros países, es importante señalar que una acción efectiva para dar solución al problema de sitios contaminados con residuos peligrosos, es el establecimiento de estímulos fiscales que incentiven la inversión privada, orientada a generar infraestructura suficiente para tratar, reciclar o disponer de los residuos industriales.
- Tomando en cuenta las experiencias que han tenido otros países, la conformación de un fondo para la restauración de sitios contaminados constituye una opción viable. Este fondo requiere de una aportación federal para iniciar su operación y puede mantenerse a través de los recursos que se obtuvieran por concepto de derechos, impuestos, productos y aprovechamientos que se generen por el manejo, reciclaje, reúso, tratamiento, transporte y disposición de residuos peligrosos.

## **6. CONSIDERACIONES INTERNACIONALES SOBRE POLÍTICAS DE PROTECCIÓN Y REMEDIACIÓN DE SITIOS**

Las políticas ambientales para hacer frente a la contaminación provocada por sustancias tóxicas son altamente contenciosas.

Antes de formular una política ambiental que atienda la problemática asociada a la contaminación de sitios por sustancias y residuos tóxicos que enfrenta México, conviene hacer un repaso de los enfoques de las políticas que han adoptado otros países, tratando de identificar sus alcances y limitaciones, así como derivar de ello lecciones que guíen este esfuerzo, sobre todo, tratándose de un tema tan complejo y contencioso. Con este fin, se resumen a continuación los puntos de vista de diversos autores, entre los que destaca G.W. Page.<sup>17</sup>

Aunque el objetivo de este trabajo es sustentar una propuesta de posibles campos de acción de la política ambiental sobre sitios contaminados que se encuentran dentro de instalaciones industriales o de empresas de servicios, con un enfoque centrado en su priorización con fines de limpieza y en la valorización de los terrenos remediados, se debe destacar que las políticas a las que se hace referencia suelen perseguir tres propósitos:

1. Detener la creación de nuevos sitios contaminados por sustancias tóxicas y peligrosas;
2. Proteger a los seres humanos y a los ecosistemas de los efectos adversos de las sustancias tóxicas; y
3. Limpiar los sitios contaminados para que sean productivos desde la perspectiva económica y ecológica.

Al revisar las experiencias en la materia, se recomienda tener presentes los aspectos expresados en los siguientes cuadros, en particular, es imprescindible fomentar la prevención de la contaminación, lo cual se ha visto que se puede impulsar mediante diversos tipos de instrumentos, incluyendo la regulación de la limpieza de los sitios contaminados y la identificación de los costos tan elevados que implica realizarla o pagar las sanciones o indemnizaciones por los daños ocasionados. El gran dilema sigue siendo, también, la definición de los niveles de reducción de riesgos o de protección a alcanzar al realizar la limpieza de un sitio, dado que toda reducción de un grado de riesgo implica altos costos; sin dejar de lado los problemas de equidad que surgen en estos casos.

---

<sup>17</sup> Page G.W., Contaminated Sites and Environmental Cleanup. International Approaches to Prevention, Remediation and Reuse. Academic Press. 1997.

**Cuadro 15. Aspectos de Primer Orden a Considerar en Materia de Sitios Contaminados**

Aspectos a Considerar	Consideraciones al Respetto
Prevención	La mayoría de los países han formulado políticas en relación con la prevención de la contaminación de nuevos sitios, aún cuando no todos ellos cuenten con disposiciones legales respecto a la remediación de los sitios contaminados. Sin embargo, el establecimiento de políticas y regulaciones a este último respecto, pueden llegar a tener efectos preventivos más contundentes.
Reducción de Riesgos	Dado que en la naturaleza no existe un riesgo cero, una cuestión crítica es la relativa a definir cuándo y qué tanto limpiar un sitio contaminado, así como qué se debe proteger en primer término ¿la salud humana?, ¿los ecosistemas?, ¿la calidad del agua, del suelo o del aire?. Así como definir lo que podría denominarse como “el riesgo socialmente aceptable” y “que tanto estamos dispuestos a pagar por ello”.
Equidad	Este concepto suele equipararse al de “justicia ambiental”, pues hace referencia a la distribución justa de los costos de la limpieza, lo que equivale a preguntar: ¿quién debe costear la remediación de los sitios contaminados? Y, aunque la respuesta inmediata es la aplicación del principio de “el que contamina paga”, no siempre es posible identificar y atribuir la responsabilidad a un contaminador particular. También, el término equidad comprende la consideración de la no discriminación al decidir qué sitios deben limpiarse de manera prioritaria, para proteger a las poblaciones en riesgo, sin distinción de su poder adquisitivo, raza u otro rasgo particular.

**Cuadro 16. Aspectos Adicionales a Considerar al Abordar el Tema de la Contaminación y Remediación de Sitios**

Aspectos a Considerar	Consideraciones al Respetto
Remediación	La remediación es el proceso de limpieza ambiental de los sitios contaminados, mediante técnicas o procedimientos tendentes a eliminar o reducir la contaminación del suelo, del agua subterránea y superficial, hasta niveles socialmente aceptables. La definición de este último concepto, tiene implicaciones significativas en el tipo de tecnologías que se seleccionen, así como en los costos y viabilidad de la limpieza de los sitios.
Reúso	Este término se aplica a los casos específicos en los que la limpieza se realiza teniendo presente el tipo de uso que se dará a los suelos remediados e incluso en el de sitios contaminados que, a pesar de no haber sido limpiados, se destinan a algún uso particular.
Competitividad internacional	La globalización, aunada al establecimiento de legislaciones ambientales rigurosas en la materia, conlleva el riesgo de transferencia de industrias altamente contaminantes desde países industrializados hacia países en vías en desarrollo que no han legislado a este respecto. Aunado a ello, se pueden producir otras fallas del mercado, que imponen costos excesivos a ciertas empresas contaminantes haciéndoles perder su competitividad e incluso poniéndolas en riesgo de desaparecer, sin que se fundamenten las exigencias de limpieza de sitios contaminados en base a consideraciones de riesgo.

Desde la perspectiva de la política pública existen desventajas derivadas de la existencia y abandono de los sitios contaminados y ventajas de su remediación, que pueden resumirse como se muestra en el Cuadro 17.

**Cuadro 17. Desventajas de la Existencia de Sitios Contaminados y Ventajas de su Remediación**

Desventajas	Ventajas
Se pueden crear riesgos a la salud humana y a los ecosistemas. Se afecta el valor de las propiedades contaminadas y las vecinas a ellas. Se heredan problemas a las generaciones futuras. El costo de su remediación se puede incrementar a medida que transcurre el tiempo. Se genera inconformidad y protestas sociales. Se pueden producir problemas de carácter político. Se favorece el desarrollo de situaciones de <i>injusticia ambiental</i> y de actividades criminales en las zonas afectadas (como el vertimiento en ellas de residuos peligrosos, el desarrollo o incremento de narcotráfico, robos y otros actos ilegales).	Se previenen o reducen riesgos a la salud o al ambiente. Se valorizan las propiedades contaminadas y reaprovechan productivamente. Se crean negocios y fuentes de ingreso y empleo, como consecuencia de las actividades de remediación y valorización de las propiedades contaminadas. Se mejoran las condiciones de vida de las poblaciones aledañas a los sitios remediados. Se reduce la posibilidad de que se creen polos de atracción para el desarrollo de actividades ilegales por el decaimiento del valor de las propiedades. Se protegen los intereses de las generaciones futuras. Se contribuye a lograr un desarrollo sustentable.

El conocimiento acerca de los alcances y limitaciones de las políticas e instrumentos destinados a prevenir la contaminación, caracterizar, evaluar y remediar los sitios contaminados, está evolucionando continuamente, por lo que los tomadores de decisiones en la materia requieren estar al tanto de los hallazgos al respecto y las nuevas tendencias. En particular, se necesitan conocer las experiencias derivadas de la aplicación de instrumentos de comando y control, así como de incentivos económicos basados en consideraciones de mercado.

## 6.1. Comando y control

Los enfoques basados en el comando y control han sido los más comunes y, sin duda, han sido efectivos en lograr cambios importantes en el desempeño ambiental de los agentes económicos contaminantes, aunque en algunos casos está probado que han demandado o consumido gran cantidad de recursos y requerido el desarrollo de una burocracia que no siempre ha sido eficiente y diligente en crear las condiciones favorables para resolver los problemas, e incluso se han constituido en barreras a la innovación tecnológica e identificación y aplicación de formas costo-efectivas de resolver los problemas.

Por lo general, los métodos de comando y control se basan en el establecimiento de límites máximos de contaminantes en los sitios afectados, dependiendo del uso que se quiera dar a éstos una vez remediados. Estos estándares o normas, basados en niveles aceptables de riesgos a la salud, pueden en ciertos casos ser muy restrictivos, no justificarse y crear costos elevados de remediación. Por lo anterior, se han propuesto recomendaciones como las indicadas en el Cuadro 18.

**Cuadro 18. Factores a Considerar al Establecer Niveles de Limpieza**

Factores a Considerar	Observaciones
Los límites máximos de contaminantes permitidos deben ser realistas y susceptibles de verificar.	Esto es particularmente cierto en los países en desarrollo, los cuales se pueden basar en los usados en países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). De acuerdo con el Banco Mundial <sup>18</sup> , niveles rigurosos de limpieza pueden ser imposibles de cumplir, imponer el desperdicio de recursos, provocar corrupción y pérdida de credibilidad..
Las políticas ambientales en la materia deben ser consistentes con otras políticas relacionadas.	La implantación de medidas para imponer la prevención de la contaminación y la remediación de sitios contaminados, puede ser inefectiva si al mismo tiempo se establecen políticas que promuevan el crecimiento económico a toda costa.
La combinación de políticas resulta ventajosa para lograr la prevención de la contaminación.	Para lograr la efectividad de las políticas de prevención y control de la contaminación se debe involucrar a todas las fuentes contaminantes.

La gestión ambiental de las sustancias tóxicas basada en su ciclo de vida integral, puede constituirse en un aliado para prevenir la contaminación que su manejo y disposición final inadecuados pueden provocar. Ello implica, entre otros que:

- Quienes desarrollan nuevos productos químicos potencialmente tóxicos, identifiquen la forma en que deben manejarse cuando provoquen la contaminación del suelo y cuerpos de agua o se dispongan en forma de residuos, y que proporcionen dicha información a las autoridades competentes.
- Se establezcan límites máximos permisibles de estas sustancias en los distintos medios ambientales o productos de consumo, para limitar la exposición a ellas y 'prevenir riesgos al respecto.
- Se cuente con facultades legales para restringir o prohibir su producción, importación, venta y consumo.
- Se norme el manejo y disposición final de los residuos que las contengan.
- Se emitan permisos o licencias para su importación/exportación, procesamiento, manejo y disposición final.

## 6.2. Incentivos económicos

Aunque de reciente aplicación en el campo de la remediación de sitios contaminados, comparados con las disposiciones legales basadas en el comando y control, este tipo de instrumentos se considera que:

- Son más eficientes para lograr la protección ambiental;
- Causan menos distorsiones;
- Permiten enfoques más costo-efectivos;
- Reducen el costo de cumplimiento;
- Demandan menos procedimientos administrativos;
- Incentivan más la innovación tecnológica;
- Se basan más en instrumentos de mercado;
- Facilitan la desregulación y

<sup>18</sup> World Bank. World Development Report: Development and the Environment. New York: Oxford University Press. 1992.

- Disminuyen la intervención de las autoridades gubernamentales.

Sin embargo, también se acepta que su establecimiento no elimina la necesidad de la participación del gobierno, el establecimiento de políticas claras y realistas en la materia, así como el desarrollo y puesta en práctica de instrumentos legales de aplicación obligatoria. En el Cuadro 19 se resumen algunos de los incentivos económicos más empleados, los cuales directa o indirectamente inciden en la generación, valorización, manejo y disposición final de los materiales peligrosos, así como en la prevención de la contaminación y en la remediación de sitios contaminados.

**Cuadro 19. Ejemplos de Incentivos Económicos que Inciden en la Prevención de la Contaminación y la Remediación de Sitios Contaminados**

Incentivos	Ventajas	Desventajas
Cargos por disposición	Crean ingresos, inducen la reducción de descargas contaminantes y la innovación tecnológica para su control, promueven ahorros.	Pueden incitar a realizar descargas clandestinas, la exportación de residuos peligrosos y tener altos costos de instrumentación.
Cargos a productos	Crean ingresos, promueven el uso de insumos menos peligrosos o de productos más seguros, incentivan el desarrollo de sustitutos inofensivos.	Demanda el acceso a sustitutos inocuos o de menor peligrosidad.
Cargos administrativos	Crean ingresos, incentivan el uso de sustitutos inofensivos y permiten el control de las instalaciones.	Aplicación limitada.
Seguros sobre responsabilidad	Incentivan el control o la limpieza de los sitios contaminados.	Difíciles de implantar y monitorear.
Subsidios	Incentivan el control de la contaminación, el manejo adecuado de los residuos, y la innovación tecnológica. Tienen un costo reducido de monitoreo.	Imponen costos en los contribuyentes, en vez de a los contaminadores y no desincentivan la contaminación.
Mercados de residuos reusados o reciclados	Fomentan el reciclaje y la minimización. Requieren poca intervención del gobierno.	Se requiere de pruebas y formas de manejo de los residuos que pueden ser sofisticadas.
Multas por incumplimiento de la ley	Crean ingresos e inducen el cumplimiento.	Altos costos administrativos, dificultad en fijar montos apropiados.
Bonos de desempeño	Aseguran la remediación ambiental.	Aplicación limitada.
Atribución de responsabilidades y montos a pagar para remediar el daño	Incitan a las empresas a no contaminar.	Litigación costosa y tardada.

### 6.3. Formulación de políticas

A manera de resumen, se enlistan en el Cuadro 20 los pasos principales que se siguen al formular e instrumentar políticas ambientales en este campo.

**Cuadro 20. Pasos en la Formulación de Políticas Ambientales para la Remediación de Sitios Contaminados**

Pasos	Observaciones
Generación del problema	En esta etapa se descubre que existen problemas de contaminación de sitios, ya sea a través de denuncias ciudadanas, inspección a instalaciones industriales y de servicios, auditorías ambientales o de estudios que llevan a

	establecer un inventario de sitios contaminados.
Formulación de políticas	En esta fase, las partes interesadas sugieren y evalúan distintas alternativas para hacer frente a los problemas identificados, tomando en cuenta los contextos particulares.
Legitimación de las políticas	En este paso se trata de alcanzar consensos y obtener apoyos para la implantación de las políticas propuestas..
Adopción de las políticas.	En este momento del proceso, se seleccionan las opciones más viables y aceptables para atender la problemática, lo cual implica la intervención gubernamental de uno o más de los órdenes de gobierno.
Instrumentación de las políticas	Es la parte crítica en la que se ponen en práctica las acciones de tipo administrativo y de otra índole.
Evaluación de las políticas	Esta constituye la última etapa del proceso en la cual se determina la efectividad de las medidas adoptadas y la repercusión de las políticas.

## 6.4. Participación pública en la formulación e implantación de políticas

Cada vez más se busca incorporar la participación informada de los diversos actores y sectores interesados, tanto en la formulación, como en la puesta en práctica de las políticas para priorizar, caracterizar, evaluar y manejar los sitios contaminados a fin de remediarlos y darles, en la medida de lo posible, un uso productivo, eliminando o mitigando los riesgos derivados de su contaminación. Sin embargo, el éxito de esta práctica depende de que se supere la desconfianza pública, se evite la interferencia de intereses creados y caer en posiciones extremistas, contrarias a la adopción de medidas que en el corto plazo y de manera costo-efectiva protejan a la población y al ambiente, al reducir la contaminación a niveles aceptables. Entre los beneficios que derivan de la participación pública en este campo, se encuentran los siguientes:

- Los planificadores y tomadores de decisiones comprenden mejor los valores, creencias e ideologías locales, lo cual pueden reflejar en las políticas que formulen para que sean aceptadas por las comunidades, en particular las que pueden verse directamente involucradas.
- Es más probable que se alcancen resultados exitosos cuando se cuenta con la aprobación pública a los proyectos.
- Se pueden superar conflictos y abordar de manera realista las medidas para solucionar los problemas.

## 6.5. Experiencias de otros países

El propósito de resumir brevemente los aspectos más destacados de las políticas, regulaciones y enfoques estratégicos seguidos en otros países para enfrentar el problema que plantea la contaminación ambiental y la remediación de sitios contaminados, es poner al alcance de los tomadores de decisiones y de las partes interesadas, información que

permita identificar posibles alternativas para abordar esta problemática en México, probablemente, adecuándola a las circunstancias que privan en el país.

### **6.5.1. La experiencia holandesa**

Por la pequeña dimensión de su territorio, la densidad de su población, su importante desarrollo industrial, el gran número de sitios contaminados y la vulnerabilidad de sus ecosistemas, este país se ha visto forzado a desarrollar formas efectivas para remediar dichos sitios y constituye un caso ejemplar, del cual se pueden derivar algunas lecciones.

Es importante mencionar que su sistema jurídico está basado en el derecho romano y los planes municipales relativos a los usos del suelo son legalmente vinculantes, por lo cual se facilita la intervención de las autoridades en la limpieza y reaprovechamiento de los sitios contaminados, de lo cual se ocupan utilizando recursos públicos, que son recuperados en parte mediante la renta de los terrenos restaurados. Lo anterior se realiza mediante un proceso que comprende las siguientes etapas:

El primer paso consiste en la identificación por parte de las municipalidades de los sitios contaminados y la inclusión de los mismos en los listados que al respecto elaboran las provincias.

El segundo paso, se subdivide en las siguientes fases:

- **Investigación del suelo:** Con el propósito de determinar si existe suficiente contaminación para requerir de una remediación, lo cual incluye reunir información sobre los usos pasados del suelo, las actividades o fuentes contaminantes del mismo, la toma y análisis de muestras de suelo y agua. En caso de no encontrarse las sustancias de la lista A preparada por el gobierno y no superarse las concentraciones límites de las mismas, no se dicta ninguna medida. Si la contaminación supera las concentraciones de las sustancias contenidas en el listado B, entonces se debe completar la investigación del sitio con la toma y análisis de muestras. Si se encuentran sustancias del listado C en concentraciones superiores a las ahí fijadas, entonces se incorpora el sitio al listado de sitios que requieren de limpieza.
- **Investigación de la exposición:** En esta fase se estudia la exposición real y potencial y los posibles efectos ecológicos, determinándose la urgencia de las acciones de remediación y la calendarización de la limpieza.
- **Investigación de la limpieza:** A fin de definir el plan de acción de la remediación, los investigadores utilizan la información específica del sitio, análisis de factibilidad y consideraciones acerca de los usos futuros de los suelos remediados para determinar el grado de limpieza a los que los deben someter, tomando en cuenta que la meta es su multifuncionalidad para que pueda alcanzarse cualquier uso, debido a lo cual se esperaría reducir el nivel de contaminantes por debajo de las concentraciones que se indican en la lista A (lo que no siempre es posible).

La legislación en éste, como en otros campos, desde 1981 que se adoptó el Acta Interina de Limpieza de Suelos, ha estado cambiando de manera continua (Holanda se caracteriza por este hecho), aunado a lo cual los industriales e individuos frecuentemente se ajustan de manera voluntaria a nuevas políticas aún antes de que sean sustentadas legalmente. Uno de los rasgos característicos del Acta a la que se hace referencia, es que establece que las provincias se responsabilizan de su instrumentación encargándose de realizar y costear las remediaciones, en tanto que el gobierno central se ocupa de iniciar el procedimiento legal en contra del contaminador para recuperar el costo de la limpieza.

En 1983 se elaboró y convirtió en la política oficial, una Guía para la Limpieza de Suelos, que establece tres categorías de suelos, de acuerdo con su:

- **Contaminación dañina.** La cual se agrupa como sigue: Nivel A (que no requiere ninguna acción), Nivel B (que demanda una evaluación adicional) y Nivel C (que requiere de medidas de intervención para limpiar el sitio).
- **Contaminación urgente,** y
- **Multifuncionalidad post limpieza.**

Cabe señalar que las listas citadas (A, B y C) **establecen dos tipos de concentraciones límites, una para los contaminantes en el suelo y otra para los contaminantes en el agua**, los cuales incluyen entre otros: **metales, constituyentes inorgánicos, compuestos aromáticos, hidrocarburos policíclicos, hidrocarburos clorados y plaguicidas.** Los criterios empleados para fijar las concentraciones límites comprenden: el nivel promedio de “fondo” (background) de las sustancias en el suelo o sus niveles de detección tratándose de sustancias que no se encuentran de manera natural en el ambiente. Para el agua subterránea, los límites se fijan en función del interés en proteger la salud de quienes la consumen como agua de bebida. Las concentraciones de las sustancias del listado C, se basan en el conocimiento acerca de su toxicidad y persistencia y las del listado B son un punto intermedio entre las de las sustancias del listado A y C.

También, se debe enfatizar que las concentraciones de las sustancias de los listados A, B y C, sólo sirven para guiar en la clasificación de los sitios con fines de asignación de prioridades de limpieza, pero que ésta debe procurar llevar esas concentraciones por debajo de las referidas en el listado A, para conferirle multifuncionalidad a los suelos remediados, lo que puede ser sumamente difícil e incluso no posible de lograr a un costo factible.

En 1986, se adoptó la primera **Ley de Protección del Suelo** y creó un **Comité Técnico de Protección del Suelo** para revisar las propuestas y hacer recomendaciones. El enfoque básico de la política en la materia, es que sólo los casos severos de contaminación serán remediados en le marco de esta legislación.

Para hacerse de recursos financieros para realizar la limpieza de esos sitios, el gobierno estableció impuestos a las empresas que brindan servicios de manejo de residuos peligrosos, las cuales elevaron sus costos con lo que se desincentivó el manejo por éstas de los residuos generados en el país y se incentivó su exportación e incluso su disposición inadecuada, por lo que se dio marcha atrás. Por el contrario, las industrias petroleras por su cuenta establecieron un fondo para la limpieza de sitios contaminados

por las fugas de hidrocarburos en las estaciones de gasolina (6,200 en el país), con un fondo creado por un sobreprecio en las gasolinas.

El gobierno estableció:

1. Una alianza con industrias con sitios contaminados para que éstas voluntariamente se ocupen de su limpieza, guiadas por el propio gobierno para establecer prioridades.
2. La obligación de obtener una autorización para transferir una propiedad contaminada de un dueño a otro, lo cual requiere de garantías y seguros financieros para que se limpien los sitios; lo cual es reforzado por las autoridades municipales que no otorgan licencias de construcción si no se cuenta con esta autorización.

La Ley, a su vez, especifica tres etapas jerárquicas para el proceso de limpieza ambiental de sitios contaminados:

- La preferencia mayor es para que el contaminador voluntariamente limpie los sitios contaminados.
- La segunda preferencia es para que exista una vigilancia supervisada de los sitios contaminados, seguida por una “orden de limpieza”, que el gobierno emite al propietario y cualquier usuario del sitio; lo que constituye una innovación y juega un papel importante en acelerar el proceso de limpieza.
- La tercera y menos preferida, es la intervención del gobierno para realizar el mismo la limpieza y recuperar los costos procediendo legalmente contra el contaminador.

La legislación de 1994, introdujo entre otros cambios la desaparición del listado B antes mencionado y la revisión de las concentraciones de las sustancias contenidas en los listados A y C, con base en la información acerca de sus riesgos ecotoxicológicos y sus riesgos a la salud humana por todas las vías posibles de exposición. Las obligaciones derivadas de esta Ley aplican retroactivamente hasta 1975 e involucran tanto al propietario como al contaminador del sitio contaminado. En el caso del propietario, sólo está obligado a pagar la diferencia que representaría el precio de la propiedad contaminada y una vez remediada. También, existe la posibilidad de que el propietario pruebe su inocencia y no responsabilidad en la contaminación del sitio mediante la prueba de lo siguiente:

- Su no involucramiento en las causas de la contaminación.
- Su no relación de negocios con el contaminador, a través de contratos de renta o inversiones conjuntas.
- Su ignorancia de la existencia de sustancias peligrosas en su propiedad, y
- La no existencia de alguna posibilidad razonable de que el se enterara de que existía contaminación en su propiedad.

Posteriormente al establecimiento de estas disposiciones, el Senado eliminó la política general que determinaba que los propietarios que no pudieran probar su inocencia serían responsables de la limpieza de la contaminación.

En la práctica, se han establecido cuatro excepciones al principio de limpieza para lograr la multifuncionalidad de los sitios remediados:

1. El primero parte de la aprobación por parte de las autoridades provinciales de una “limpieza en fases”, que constituye una limpieza parcial de los sitios más altamente contaminados, tras la cual se procede a redesarrollar la propiedad antes de que se inicie la limpieza final, la cual puede alcanzar el nivel A, de conformidad con un plan establecido.
2. Si técnicamente es imposible alcanzar el nivel A de limpieza, porque “existen circunstancias técnicas específicas para el sitio particular”, la provincia puede aprobar la contención de los contaminantes en el sitio.
3. Si la propia remediación del sitio conlleva riesgos propios para la salud humana, entonces la provincia puede aprobar la contención de los contaminantes en el sitio.
4. Si la limpieza del sitio para alcanzar el nivel A es excesivamente costosa, entonces la provincia compara los costos de la solución permanente con el de la contención de los contaminantes en el sitio y puede aprobar esta última solución. La Ley establece lo que se considera como “excesivamente costoso”.

En Holanda se emplea una gama de técnicas de remediación, siendo la más común la excavación, remoción y confinamiento fuera del sitio de los materiales contaminados (40 a 60% de los casos). Sin embargo, el confinamiento tenderá a usarse cada vez menos en el futuro por dos razones: 1) el costo está incrementándose por los requerimientos ambientales que se han impuesto últimamente al confinamiento y 2) por que está previsto que el Ministro del Ambiente prohíba la disposición de suelos contaminados en confinamientos si es técnicamente posible su limpieza. Holanda ha sido el líder en bioremediación, sobre todo fuera del sitio, aunque también ha empleado frecuentemente la incineración.

## **6.5.2. La experiencia de Estados Unidos**

Estados Unidos es uno de los países que más experiencias ha acumulado en materia de remediación de sitios contaminados con residuos, como también, es uno de los que más instrumentos regulatorios ha desarrollado para prevenir y controlar la contaminación, como se ilustra brevemente a continuación.

En lo que se refiere a la protección de las fuentes de abastecimiento de agua, en 1899 este país estableció la Ley sobre Ríos y Puertos y posteriormente desarrolló la Ley para el Control de la Contaminación del Agua de 1948, la del Agua Limpia de 1972 y la del Agua de Bebida Segura de 1974.

En cuanto a la protección de sitios y de especies, su primera legislación surge en 1935 con la Ley de los Sitios Históricos, que fue complementada con la Ley para la Preservación de Sitios Históricos Nacionales en 1966, la Ley de Protección de Sitios Arqueológicos en 1979 y la Ley sobre Especies Amenazadas en 1970.

La legislación de los residuos tiene como antecedentes la Ley para la Disposición de los Residuos Sólidos de 1965, que precede a la publicación de la Ley sobre Política Ambiental Nacional de 1969, a la Ley sobre la Conservación y Recuperación de los Recursos (RCRA) de 1976, a la Ley de Respuesta Ambiental Integral, Compensación y Responsabilidad (CERCLA) de 1980, a las Enmiendas sobre Residuos Sólidos y Peligrosos de 1984, a la Ley sobre Enmiendas al Superfondo y Reautorización de 1986, y a la Ley sobre Seguimiento de los Residuos Médicos de 1988.

Aunadas y complementarias a las legislaciones anteriores, aparecen la Ley del Aire Limpio en 1970, la Ley para el Control de las Sustancias Tóxicas en 1976, la Ley sobre la Contaminación por Hidrocarburos de 1990, la Ley sobre la Prevención de la Contaminación de 1990 y la Ley de Cumplimiento de las Instalaciones Federales de 1992.

Lo anterior no es fortuito, ya que cerca de 500 000 empresas en ese país generan alrededor de 170 millones de toneladas de residuos peligrosos anualmente (el gran volumen generado está relacionado con la forma en que se clasifican los residuos peligrosos y la inclusión de residuos líquidos contenidos en lagunas y otros tipos de depósitos), 5 700 instalaciones de tratamiento, almacenamiento y disposición de residuos están sujetas a acciones correctivas, 3 420 requieren realizar investigaciones al respecto, y 1 250 de los 40 000 sitios contaminados identificados se encuentran en la Lista de Sitios Nacionales Prioritarios del Superfondo.

Las políticas de este país, centradas en la protección de la salud y del ambiente, en la conservación de la energía y los recursos naturales, en la reducción de la generación de los residuos y en su manejo racional, partieron de un enfoque reactivo para situarse en la actualidad en unas de las más avanzadas en cuanto a enfoque preventivo se refiere. A lo largo de la última década han integrado Programas de Manejo Integral de los Residuos que abarcan los siguientes conceptos:

- Gestión de los Residuos Peligrosos: Sistema de permisos regulatorios que cubren el manejo desde la cuna hasta la tumba/verificación del cumplimiento/programas estatales.

- Gestión de los Residuos Sólidos: Prohibición de tiraderos a cielo abierto/programas estatales/rellenos sanitarios municipales.
- Tanques de Almacenamiento Subterráneos: Notificación/normas de diseño y operación/verificación del cumplimiento/programas estatales.

Los Programas para la Prevención de la Contaminación establecen una jerarquía de opciones de gestión que incluyen:

- La prevención o reducción de la contaminación en la fuente.
- El reciclado.
- El tratamiento.
- La disposición u otras formas de liberación al ambiente seguras.

El proceso de respuesta a la contaminación de sitios comprende:

- La identificación de sitios.
- La evaluación de los sitios para enlistarlos o desarrollar acciones de inmediato.
- La investigación sobre el tipo de remediación necesario/estudio de factibilidad.
- La selección de las medidas de remediación.
- El diseño de la remediación/acciones de remediación.
- Operación y mantenimiento a largo plazo.
- Detección de sitios a partir de la Lista Nacional Prioritaria.

La Ley CERCLA enmarca el programa de respuesta a las actividades pasadas que trajeron consigo la contaminación de los sitios identificados como prioritarios para ser objeto de actividades de limpieza, y constituye la base legal para la creación del Superfondo a partir de impuestos a la industria, fundamentalmente la petroquímica, destinados a sufragar los gastos al respecto. Desafortunadamente, esta iniciativa no ha sido lo exitosa que se esperaba ya que gran parte de los fondos (1.6 mil millones de dólares) se gastan en litigios para demostrar la responsabilidad de los contaminadores a fin de que paguen las restauraciones de sitios para restituir los recursos gastados para tal fin provenientes del Superfondo. Es en este contexto, que se ha creado un nuevo programa denominado Brownfields (campos cafés), a fin de limpiar sitios en los cuales se puedan promover desarrollos urbanos que permitan recuperar su valor económico y los costos de la restauración.

El Plan Nacional de Contingencia de Contaminación por Petróleo y Sustancias Peligrosas (NCP: CFR 300), constituye el marco regulatorio en el cual se basa la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) para que se lleve a cabo la limpieza de los sitios contaminados.<sup>19</sup>

En dicho Plan se establecen nueve criterios para tomar decisiones al respecto, los cuales incluyen la consideración de aspectos tales como:

- La reducción de riesgos para la salud y el medio ambiente;
- Efectividad a corto y a largo plazo;

---

<sup>19</sup> Smith R.L., Selección de tecnologías de limpieza de sitios de residuos peligrosos. Fortalecimiento de la ciencia y mejoramiento de la economía. En: Manual de Evaluación y Administración de Riesgos. Kolluru R., Bartell S., Pitblado R. Y Stricoff S. (Editores) Mc Graw Hill. 1998. p.p. 6-1 a 6-15.

- Permanencia;
- Reducción de volúmenes y toxicidad;
- Cumplimiento con otras leyes ambientales; y
- La aceptación del público.

Las etapas que comprende el proceso de limpieza de un sitio contaminado, de conformidad con el NCP, incluyen:

1. Estudio preliminar de todas las opciones de remediación que pudieran aplicarse, para eliminar aquellas que sean claramente inadecuadas.
2. Análisis en detalle de las opciones restantes para determinar si cada una cumple los criterios arriba mencionados.
3. La EPA propone opciones de remediación específicas y solicita comentarios del público al respecto durante un periodo establecido.
4. La EPA considera las opiniones vertidas por el público.
5. La EPA elabora un registro formal de la decisión que incluye la descripción de la misma, especificando por qué fue tomada y las respuestas a todos los comentarios importantes recibidos.

Los “Lineamientos para la Evaluación de Riesgos del Superfondo”<sup>20</sup>, define el papel que juega la evaluación de riesgos en la toma de decisiones. Durante la fase de análisis detallado de alternativas de remediación, el asesor de riesgos puede proporcionar información cualitativa o cuantitativa sobre la reducción de riesgos si le es requerida por el tomador de decisiones. Entre otros, se suelen proporcionar los siguientes datos cualitativos:

- Importancia relativa de los riesgos a corto plazo durante la limpieza.
- Magnitud del riesgo percibido por el público.
- Factores que crean una percepción de que los riesgos son elevados, ya sea por la cercanía de poblaciones a los sitios contaminados, por la presencia en éstos de sustancias sumamente tóxicas, por la desconfianza en las técnicas seleccionadas para remediar el sitio, por las posibles rutas de movilización de los contaminantes fuera del sitio, entre otros.

Cabe resaltar que, entre la teoría y la práctica puede haber una gran distancia, como lo muestran los estudios que han sido realizados para comparar las bases en las cuales se decidió llevar a cabo la remediación de sitios contaminados.

En un estudio se examinaron los registros de 74 decisiones de remediación y se identificó que:<sup>21</sup>

- La evaluación inicial de los riesgos de los sitios jugó un papel menor en las decisiones que se adoptaron al respecto.

---

<sup>20</sup> U.S. Environmental Protection Agency. Risk Assessment Guidance for Superfund. Vol. II: Human Health Evaluation Manual (Part C, “Risk Evaluation of Remedial Alternatives”). Office of Emergency and Remedial Response. EPA/540/R92/004. Washington, Diciembre 1991.

<sup>21</sup> Walker K.D., Sadowitz M. y Graham J.D., Confronting Superfund Mythology: The Case of Risk Assessment and Management. Presentado en la Escuela de Leyes de la Universidad de Nueva York, en la Conferencia sobre “Superfund Reauthorization: Theoretical and Empirical Issues. Diciembre 3, 1993 (citado en nota 14).

- Alrededor del 70% de las decisiones incluyeron metas de limpieza explícitas para aguas subterráneas, pero sólo el 42% las incluyó para suelos.
- Las metas de limpieza para aguas subterráneas están dominadas por “Requerimientos Aplicables o Relevantes y Apropriados “ (ARAR por sus siglas en inglés), generalmente niveles máximos de contaminantes (MCL), criterios de salud u otras concentraciones fijadas en las disposiciones relativas al agua potable para proteger la salud.
- Las metas de limpieza para suelos se establecieron menos frecuentemente en base a criterios ARAR, entre otros, por existir menos valores establecidos a este respecto.
- Por lo general, las metas de limpieza de suelos se fijaron con el propósito de proteger el agua subterránea y por lo tanto utilizaron como criterios los establecidos respecto a aguas subterráneas.
- Frecuentemente no se consideraron los riesgos derivados del contacto directo con suelos contaminados.

Aún cuando muchos ARAR se han establecido con base en evaluaciones de riesgo, su aplicación en este caso no necesariamente es adecuada, ya que al determinar tales requerimientos no se consideraron aspectos como:

- 1) presencia de contaminantes múltiples,
- 2) rutas de exposición múltiples,
- 3) posible presencia de poblaciones sensibles,
- 4) posibilidad de éxito o
- 5) factibilidad económica.

Lo anterior es contrario a las disposiciones del NCP, que proponen claramente que la evaluación de los riesgos específicos de los sitios debe completarse con los datos reales acerca de los mismos para informar a los tomadores de decisiones de los alcances de cada una de las alternativas de remediación en cuanto a reducir los riesgos identificados. Los hallazgos del estudio muestran, sin embargo, que en muchos casos al aplicar los criterios ARAR no se cumplieron los niveles de limpieza propuestos a partir de la evaluación de los riesgos, de manera que se ganó por un lado tiempo y dinero al recurrir a los valores preestablecidos usando los ARAR, pero por otro se perdió la fuerte inversión de las evaluaciones iniciales de los riesgos y probablemente no se brindó la protección suficiente a las poblaciones en riesgo.

Como alternativa a esta aplicación arbitraria de criterios distintos a los previstos en el NCP, se han propuesto procedimientos mediante los cuales los tomadores de decisiones pueden lograr mejor las metas propuestas de reducción de riesgos, tratando de que éstos proporcionen la garantía de que:

- Las metas de concentración a alcanzar mediante la remediación sean razonablemente seguras;
- La remediación alcanzará las metas fijadas;
- La remediación será costo-efectiva.

En estos procedimientos se han introducido algunos cambios a las prácticas usuales, entre los que se encuentran los siguientes:

1. Se otorga prioridad máxima a la evaluación de riesgos en la etapa del Estudio de Viabilidad de la remediación y no solamente en la etapa en la cual se establece la línea de base para decidir si procede la remediación de un sitio.
2. Las metas numéricas de limpieza se establecen para todos los medios contaminados en cada sitio, mediante un esfuerzo conjunto de evaluadores de riesgos y los ingenieros expertos en remediación que determinan los niveles de contaminación que cada tecnología alternativa puede lograr en el sitio y las posibles emisiones que deriven durante su aplicación. Por su parte, los evaluadores de riesgos procesan estos datos para calcular los riesgos asociados a las concentraciones de contaminantes que se alcancen y a las emisiones que se generen.
3. Los métodos de evaluación de riesgo en un punto fijo son ampliados para lograr análisis probabilísticos mediante el uso de la simulación Monte Carlo, utilizando programas para computadoras de escritorio. La guía de evaluación de riesgo de la EPA ahora requiere “descriptores de riesgos múltiples” y menciona específicamente técnicas probabilísticas como el medio para proporcionarlos.
4. La cuantificación de los riesgos residuales alcanzables mediante cada tecnología de remediación, durante la fase del “Estudio de Viabilidad”, permite un análisis costo-beneficio formal. Ya que la reducción de riesgos es un beneficio, las reducciones de riesgos calculadas de esta manera, pueden ser graficadas contra su costo, aportando al tomador de decisiones un indicador visual del valor de cada incremento adicional de recursos.<sup>22</sup>

### 6.5.3. Japón

En Japón, se ha experimentado una creciente contaminación del suelo en zonas urbanas, en particular en los terrenos ocupados por instalaciones industriales, así como de las fuentes de abastecimiento de agua. Estas últimas, también se han visto contaminadas en las áreas rurales por otros procesos como son la minería, que han traído como consecuencia casos de intoxicación humana por el consumo de granos contaminados con metales como el cadmio como resultado de la irrigación de cultivos agrícolas con las aguas contaminadas por residuos o jales mineros.

Lo anterior, ha dado lugar a la promulgación de las leyes sobre el Control de la Contaminación del Agua y sobre el Control de la Contaminación del Suelo en Terrenos Agrícolas (1971), así como de la Norma Oficial Ambiental sobre la Contaminación del Suelo (1991), de la Norma Voluntaria sobre Estudios y Medidas de la Contaminación del Suelo por Metales Pesados y Otros (1994) y la Norma Voluntaria Provisional sobre Estudios y Medidas de la Contaminación del Suelo y Aguas Subterráneas por Compuestos de Cloro Orgánico (1994).

En la Ley de 1971 sobre contaminación del suelo en terrenos agrícolas se fijaron límites máximos de cadmio en arroz (1 mg/kg), de cobre en tierra (125 mg/kg) y de arsénico en tierra (15 mg/kg), en base a lo cual el gobernador local diseña un plan para controlar la contaminación del suelo, eliminar los contaminantes y definir los usos del suelo una vez restaurado; además de identificar áreas de alto riesgo en las que no se pueden permitir

---

<sup>22</sup> Op. Cit.

actividades agrícolas, en cuyo caso la empresa contaminante debe de indemnizar a los agricultores.

En 1994, se identificaron 128 zonas agrícolas contaminadas, con un área aproximada de 7 140 hectáreas, que sobrepasaron los límites de contaminación establecidos; en 91 de estas zonas fue el cadmio el que rebasó la norma, en 37 fue el cobre y en 14 el arsénico.

En el mismo año, se identificaron 232 casos de contaminación del suelo en zonas urbanas, 109 de los cuales afectaron el entorno, ya sea ríos o aguas subterráneas. En particular, se identificó la contaminación de aguas subterráneas por tricloroetileno y tetracloroetileno. Entre las industrias que más contribuyen a este tipo de contaminación se identificaron la de galvanización mediante cianuro y cromo hexavalente, la química que emplea plomo y mercurio, la de maquinaria eléctrica que utiliza tetracloroetileno y la de lavandería que usa tetracloroetileno.

La Norma Oficial Ambiental sobre Contaminación de Suelos establece límites permisibles para 25 tipos de contaminantes, como se indica en el Cuadro 21.

**Cuadro 21. Límites permisibles de contaminantes del suelo establecidos en el Japón**

TIPO DE CONTAMINANTE	LÍMITE PERMISIBLE
Cadmio	0.01 mg/l en arrozal, 1.00 mg/kg de tierra agrícola
Cianuro	No detectado
Fósforo orgánico (paratión, metil paratión, metil-zimeton, EPN).	No detectado
Plomo	0.01 mg/l en arrozal 15mg/kg en tierra agrícola
Cromo hexavalente	0.05 mg/l
Arsénico	0.01 mg/l en arrozal
Mercurio total	15 mg/kg en tierra agrícola
Metil mercurio	0.0005 mg/l
Bifenilos policlorados (BPCs)	No detectado
Cobre	No detectado
Diclorometano	125 mg/kg en tierra agrícola de arrozal
1,2-dicloroetano	0.02 mg/l
Tetracloruro de carbono	0.02 mg/l
1,1-dicloroetileno	0.002 mg/l
Cis-1,2-dicloroetileno	0.02 mg/l
1,1,1-tricloroetano	0.04 mg/l
1,1,2-tricloroetano	1 mg/l
Tricloroetileno	0.006 mg/l
Tetracloroetileno	0.003 mg/l
1,3-dicloropropeno	0.01 mg/l
Thiuram	0.02 mg/l
Simazina	0.006 mg/l
Thiobengarb	0.003 mg/l
Benceno	0.02 mg/l
Selenio	0.01 mg/l
	0.01mg/l

Sin embargo, algunos de estos límites se amplían como se muestra en el Cuadro 22, cuando el suelo contaminado está separado del nivel de aguas subterráneas y la concentración de los contaminantes en ellas es inferior a la indicada previamente:

**Cuadro 22. Ajustes a los límites permisibles de contaminantes en suelo, en función de la profundidad de las aguas subterráneas, en Japón**

Tipo de Contaminante	Límite Permissible	
	Cuando la concentración del contaminante en agua subterráneas es menor que:	Ampliación de los valores de control
Cadmio	0.01 mg/l	0.03 mg/l
Plomo	0.01 mg/l	0.03 mg/l
Cromo hexavalente	0.05 mg/l	0.0015 mg/l
Arsénico	0.01 mg/l	0.03 mg/l
Mercurio total	0.0005 mg/l	0.0015 mg/l
Selenio	0.01 mg/l	0.03 mg/l

La Norma Voluntaria sobre Metales Pesados y Otros, indica el método técnico general para realizar estudios acerca de la contaminación del suelo y determinar el alcance de los tratamientos requeridos. Dicha norma considera nueve contaminantes con los mismos límites máximos fijados por la Norma Oficial Ambiental:

- BPCs
- Cadmio
- Cianuro
- Cromo hexavalente
- Arsénico
- Mercurio total
- Metil mercurio
- Plomo
- Selenio

A través del método de lixiviación se determina la magnitud de la contaminación y la posibilidad de encontrar afectación del subsuelo.

En la selección de los tratamientos de suelos contaminados, se toman en consideración tanto las condiciones naturales como sociales. Los parámetros en los que se basa la selección de la técnica de restauración se encuentra su efectividad, así como el control adecuado de las instalaciones de tratamiento. Las técnicas empleadas en la restauración de sitios incluyen, entre otros:

- Impermeabilización
- Técnica mixta que utiliza muros subterráneos y geo membranas
- Técnica mixta que emplea tabla estaca de acero y arcilla

Cuando las concentraciones de los contaminantes rebasan los límites que se indican en el Cuadro 23, se aplicarán tratamientos químicos o solidificantes.

**Cuadro 23. Concentraciones límites de contaminantes en suelos que requieren la aplicación de tratamientos químicos o solidificantes en Japón**

Tipo de Contaminante	Límite Permissible
Cadmio	0.3 mg/l
Cianuro	No detectado

Plomo	1 mg/l
Cromo hexavalente	1.5 mg/l
Arsénico	0.3 mg/l
Mercurio total	0.005 mg/l
Metil mercurio	No detectado
BPCs	0.03 mg/l
Selenio	0.3 mg/l

En caso de que los contaminantes sigan sobrepasando los niveles anteriores después de aplicarse el tratamiento citado, se confinan con un muro de concreto.

La Norma Voluntaria Provisional sobre Compuestos Organoclorados, considera los 10 tipos de compuestos que lo contienen y los 5 tipos de insecticidas siguientes:

1) Compuestos organoclorados

- Diclorometano
- Tetracloruro de carbono
- 1,2-dicloroetano
- 1,1-dicloroetileno
- Cis-1,2-dicloroetileno
- 1,1,1-tricloroetano
- 1,1,2-tricloroetano
- Tricloroetileno
- Tetracloroetileno
- Benceno

2) Insecticidas Agrícolas

- Fósforo orgánico (paratión, metil-paratión, metil-zimeton, EPN).
- 1,3-dicloropropeno
- Tiouran
- Simazina
- Tiobengarb

3) Método de estudio para los gases del subsuelo

Los métodos empleados para la determinación de gases en el subsuelo considerados en la norma provisional comprenden:

- Tubos detectores.
- Cromatografía de gases (equipo portátil)
- Fijación por hexano.
- Adsorción en carbón activado/desorción por calentamiento electromagnético / espectrómetro de masas
- Adsorción/desorción por calentamiento/cromatógrafo de gases
- Aspiración de gases del subsuelo.
- Extracción de aguas subterráneas.

El control de la contaminación del suelo en zonas urbanas se centran en dos aspectos:

1. La prevención, evitando la descarga de materiales peligrosos.
2. El tratamiento, estudiando cada caso para la restauración del suelo contaminado y la purificación de las aguas subterráneas

Entre las medidas legales de tipo preventivo se encuentran

- El control de las aguas negras y la prohibición de la penetración al subsuelo de las que contienen sustancias peligrosas (mediante la aplicación de la Ley sobre Control de la Contaminación del Agua).
- El control de emisiones (mediante la Ley sobre Control de la Contaminación del Aire).
- El control de los residuos (mediante la Ley sobre Tratamiento de Residuos).

Un problema particular en el Japón, deriva del hecho de que la mayor parte de las áreas urbanas contaminadas se encuentran dentro de propiedades privadas, sobre todo pertenecientes a empresas, y la ausencia de instrumentos legales que permitan al gobierno ejercer su autoridad para que las limpien; dado lo cual se ha creado un sistema de incentivos financieros consistentes en créditos a 20 años con bajos réditos para fomentar actividades de restauración.

## **6.6. Valorización de sitios remediados**

Ante el problema que plantean los sitios contaminados abandonados, cuya limpieza no puede adjudicarse a una persona física o moral, los gobiernos de los países más industrializados decidieron los primeros idear mecanismos para llevar a cabo su remediación y no sólo recuperar parte de la inversión correspondiente, sino también reaprovechar los suelos remediados para fines productivos. Esta es un área en continua evolución, por lo cual se recomienda a los lectores consultar las páginas web de los gobiernos que han establecido programas para la valorización de los sitios contaminados, a fin de mantenerse al día sobre los avances logrados en la materia. Para los fines que se persiguen en este trabajo, se mencionan a continuación sólo unos cuantos ejemplos de experiencias para destacar algunos aspectos relevantes de estas iniciativas.

### **6.6.1. Unión Europea**

Los países de la Unión Europea han vivido una experiencia que ha dejado lecciones muy importantes en el campo de la remediación de sitios contaminados y acerca de las opciones para reaprovecharlos en usos productivos, después de la reunificación de Alemania que hizo necesario el establecimiento de estrategias, instrumentos y programas para hacer frente a la multitud de instalaciones industriales y de servicios contaminadas en Alemania del Este, así como de minas abandonadas en las que se depositaron sin mayor control toneladas de residuos peligrosos, propiedad del desaparecido gobierno comunista, por lo cual no se le pudo aplicar el principio del que contamina paga

Por el interés del Gobierno Alemán de privatizar todas estas industrias y empresas de servicios, tuvo que desarrollar una estrategia para su limpieza y puesta en venta, que implicó que el mismo asumiera la responsabilidad y los costos de llevarla a cabo, lo cual

facilitó y aceleró la remediación de tales sitios, proceso al que se denominó “Redesarrollo de Campos Cafés”.

La propia Unión Europea ha adoptado como política la formulación de programas que explícitamente se orientan a la remediación y recuperación de los sitios remediados mediante desarrollos económicos específicos para cada lugar o zona que reúna sitios de esta índole. Los programas incluyen diversos tipos de facilidades, asistencia e incluso de subsidios que alienten a los inversionistas en bienes raíces a adquirir sitios en recuperación preferentemente, en lugar de áreas sin problemas de contaminación. En este contexto, han jugado un papel crucial para incitar a invertir en la recuperación de estos sitios, los sistemas de definición de responsabilidades legales respecto a los sitios contaminados, que han sido establecidos de manera a poner todo el peso de la carga de su limpieza en los propietarios o en los gobiernos que los ponen en venta, para liberar de toda responsabilidad a los compradores o desarrolladores.

## 6.6.2. Estados Unidos

En Estados Unidos, se han creado empresas especializadas exclusivamente en la adquisición, restauración y redesarrollo de propiedades afectadas por problemas de contaminación con residuos peligrosos, las cuales plantean que su misión es volver a hacer productivas dichas propiedades mediante su remediación ambiental, así como mejorar la calidad de las comunidades en las que se encuentran ubicadas.<sup>23</sup>

En la experiencia de algunas, el éxito para todas las partes en lograr recuperar propiedades que sean financiables, comercializables y reutilizables, requiere de soluciones económicas y políticas que sean estables y viables, lo cual puede implicar, entre otros:

- Requerimientos de manejo ambiental específicos.
- Estándares regulatorios definidos en todos los niveles.
- Partes responsables desde la perspectiva financiera.
- Aspectos verificables.

Con base en la experiencia de este tipo de empresas, se recomienda:

1. Identificar e incluir a todas las partes interesadas, entre las que se encuentran quien vende la propiedad (su dueño y parte responsable), las comunidades locales (tanto población como comercios o negocios), gobiernos locales (de la ciudad, municipio y estado), agencias regulatorias (de los tres órdenes de gobierno), la empresa que desarrollará el sitio (y sus aliados: fuentes de financiamiento, aseguradoras y contratistas), así como los posibles usuarios de la propiedad.
2. Establecer un sistema de gestión ambiental con responsabilidad financiera.

---

<sup>23</sup> Remediation Financial Inc., Presentación hecha en la Sesión de “Lluvia de Ideas: Estímulo a la Remediación Privada Voluntaria de Sitios Contaminados” Organizada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente de México, Febrero 23, 2000.

3. Disponer de mecanismos para rendir cuentas acerca de las operaciones, inspecciones, auditorías, etcétera.
4. Definición de reglas, soluciones integradas y medidas preventivas.
5. Promover un buen comportamiento corporativo y de inversión.

## **6.7. Síntesis**

Entre las conclusiones que derivan de este rápido repaso y de los ejemplos de políticas de remediación de sitios contaminados, se encuentran las siguientes:

- En respuesta a la demanda pública cada vez más importante de que se limpien los sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos, los gobiernos han desarrollado tres enfoques: 1) crear mecanismos o procedimientos de emergencia para responder ante situaciones que representan un riesgo severo e inminente a la salud y al ambiente, 2) promover la prevención de la contaminación para evitar que se creen nuevos sitios contaminados y 3) crear programas para priorizar y remediar sitios contaminados, para volverlos de nuevo productivos. El primero de estos enfoques ha sido el más exitoso.
- Aunque algunos sitios contaminados sí pueden representar un riesgo significativo para la salud y el ambiente, por lo general es frecuente encontrar sitios que no constituyen una amenaza de consideración que amerite su limpieza.
- Aunque no es garantía de éxito, es más probable que una política ambiental para la remediación de sitios contaminados prospere, si en su formulación e instrumentación se involucra a los distintos actores y sectores sociales.
- No se ha desarrollado aún una política infalible y no contenciosa, aunque se han explorado formas racionales y costo-efectivas para avanzar en la solución de un problema de gran complejidad y que demanda inversiones significativas de recursos. Entre ellas, una de las más prometedoras es la que se orienta a revalorizar los sitios remediados para su aprovechamiento productivo.
- Entre los objetivos destacados que persigue la remediación de sitios contaminados, se encuentran la protección de la salud humana hasta un “nivel aceptable” y la recuperación de los suelos remediados para volverlos a integrar a sus usos productivos.
- Dependiendo de los objetivos que se persigan, es el grado de limpieza que se busca alcanzar y el costo requerido para ello, aún cuando se revaloricen u vuelvan a aprovechar los sitios remediados, lo cual debe ser tenido en cuenta por los tomadores de decisiones.
- Los países que más avances han logrado en materia de remediación y valorización de sitios contaminados, son aquellos en los que los gobiernos se ocupan ellos mismos de su limpieza y asignan recursos financieros para ellos, parte de los cuales recuperan al demandar legalmente el pago de la limpieza por

parte de los contaminadores o, si se desconocen éstos, al comercializar los sitios remediados.

- La viabilidad de las actividades de remediación, depende en parte del establecimiento de programas bien formulados y controlados desde la perspectiva de asignación de los recursos, basados además en criterios claros y sólidos para establecer prioridades de limpieza.
- Una política, legislación y programas no racionales ni realistas, pueden incidir negativamente en la competitividad de las industrias involucradas en los procesos de remediación, ante los mercados globales, si establecen exigencias injustificadas en cuanto a los niveles de limpieza, que conllevan costos excesivos al respecto.
- El tomador de decisiones tiene a su alcance una gama de posibilidades tecnológicas para hacer frente a los problemas de control de los sitios contaminados, que van desde la simple contención de los contaminantes para que no migren fuera del sitio, hasta su tratamiento y transformación en sustancias inocuas; cada una de las opciones requiere ser evaluada y comparada siguiendo criterios que incluyan consideraciones como: permanencia de la solución, eficacia en la reducción de riesgos, posibilidad de que generen nuevos contaminantes o los transfieran de un medio a otro, costos, facilidad de aplicación, accesibilidad, y aceptación social.
- Se debe evitar caer en la parálisis y propugnar por mitigar los riesgos cuando estos han sido identificados, son graves e inminentes, optando por las alternativas más viables en las circunstancias particulares e involucrando a las partes interesadas en la decisión al respecto, para no transformar un problema agudo en uno crónico o extender demasiado la posibilidad de exposición de receptores vulnerables.
- Se debe contar con una combinación de opciones que incluyan niveles de concentración de contaminantes preestablecidos, para determinar el grado de prioridad que se asigna a la limpieza de un sitio y el nivel mismo de limpieza, así como con procedimientos para evaluar caso por caso los riesgos inherentes al sitio y las opciones más costo-efectivas para remediarlo o contener a los contaminantes dentro del mismo; dejando abierta la posibilidad para hacer desarrollos tecnológicos que alienten la innovación en este campo.
- Se deben establecer mecanismos financieros, basados en el empleo de una gama de instrumentos económicos y de mercado, para facilitar la limpieza de los sitios contaminados, apoyados por la formulación e instrumentación de disposiciones legales flexibles orientadas a la obtención de resultados compatibles con los objetivos de las políticas en la materia.
- El principio del que contamina paga debe seguir prevaleciendo, pero puede aplicarse según las circunstancias, alentando la participación voluntaria de las actividades industriales y de servicios contaminantes en el desarrollo y financiamiento de acciones de remediación, aún cuando no aplique la

retroactividad de las leyes en la materia, así como aplicando dichas leyes cuando así lo amerite el caso.

- La heterogeneidad de las regiones en las que se encuentran los sitios contaminados, la variación en su vulnerabilidad ante la contaminación, sus diferentes contextos económicos, sociales y tecnológicos, entre otros, hacen necesario desarrollar una gama de políticas de remediación, enmarcadas por una política nacional que establezca criterios, guías y elementos para orientar a los tomadores de decisiones locales.
- No se puede contar con una política ambiental exitosa en la materia, si no se vincula con otras, como pueden ser la sanitaria, económica, de promoción y planeación del desarrollo urbano, de la determinación y autorización de los usos del suelo.
- La descentralización, paulatina, corresponsable, sustentada en la transferencia o asignación de recursos de distinta índole, junto con el involucramiento de los distintos actores y sectores sociales en este campo, es una condición indispensable para tener éxito en remediar y valorizar los sitios y propiedades contaminados.
- De manera general, los objetivos de las políticas de remediación de sitios contaminados deben incluir su limpieza rápida, costo-efectiva, justa, transparente y participativa, a fin de mitigar sus riesgos y dar un uso productivo a los sitios remediados, desalentando al mismo tiempo la creación de nuevos sitios contaminados.
- Todo lo anterior implica, en el marco de los procesos de mejora regulatoria y simplificación administrativa, la creación o fortalecimiento de instituciones y capacidades, revisión y adecuación de disposiciones legales, identificación y aplicación de instrumentos económicos, investigación y desarrollo tecnológico, difusión de información, educación, capacitación y participación social; sin dejar de lado las cuestiones de equidad y justicia ambiental.
- La continua evolución de este campo, demanda un sentido de realidad, gradualidad, flexibilidad, el desarrollo de indicadores de desempeño y de resultados, el seguimiento y evaluación de las políticas, legislaciones y programas en la materia, para realizar ajustes cuando así se requiera, así como el registro y difusión de las experiencias para orientar la toma de decisiones y la actualización continua de quienes están involucrados en la remediación y valorización de sitios contaminados.

## **7. EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS SANITARIOS Y ECOLÓGICOS**

### **7.1. Riesgos a la salud humana**

La razón por la cual los sitios contaminados constituyen una amenaza para la salud humana, es principalmente la presencia en ellos de sustancias potencialmente tóxicas, en condiciones que puedan dar lugar a su liberación o movilización hacia otros lugares, en una forma en la que estén biodisponibles y puedan ejercer sus efectos adversos.

Las sustancias contaminantes más frecuentemente encontradas en los sitios contaminados, han sido objeto de múltiples estudios para determinar su toxicidad, aunque paradójicamente, todo el cúmulo de información al respecto no es suficiente para predecir su comportamiento en un sitio dado y determinar con precisión sus riesgos para las poblaciones que se puedan ver expuestas a ellas por el gran número de incertidumbres que aún prevalecen.

Lo anterior deriva de factores como los siguientes:

- Para la mayoría son más abundantes los datos sobre su toxicidad aguda que crónica;
- Se conocen mejor sus efectos a grandes dosis que los provocados por bajas dosis;
- Se ignoran los efectos sinérgicos o antagonísticos que puedan derivar de la exposición simultánea a mezclas complejas de sustancias químicas como las que se presentan en los sitios contaminados;
- Los datos acerca de la relación entre la magnitud de la exposición y los efectos tóxicos de esas sustancias se han obtenido principalmente de estudios realizados en otras especies;
- Los datos sobre sus efectos en humanos provienen de estudios clínicos o epidemiológicos realizados en trabajadores expuestos en el ambiente ocupacional;
- Sustancias como los metales pesados pueden presentarse bajo formas o especies químicas distintas, lo cual influye en su disponibilidad y toxicidad; y
- Las características de los suelos a los que contaminan y otros factores como las condiciones climáticas pueden contribuir a amplificar o a reducir sus riesgos.

Sin embargo, la posibilidad de que la exposición continua por largos periodos a tales sustancias, como la que puede tener lugar en el caso de poblaciones que habitan en la vecindad de sitios contaminados, pueda provocar efectos adversos de manifestación tardía (como el cáncer) o alteraciones en el desarrollo de los niños de consecuencias graves, ha dado lugar a la adopción del enfoque preventivo al establecer políticas públicas en la materia. Por ejemplo, en los países pioneros en formular este tipo de políticas, se ha establecido un amplio margen de seguridad para proteger a la población de la posible exposición crónica a sustancias con efecto cancerígeno, fijando límites conservadores a la presencia de este tipo de sustancias en los sitios contaminados.

Puesto que el riesgo de una sustancia o residuo tóxico es función de la exposición, este factor se vuelve sumamente relevante al tratar de caracterizar un sitio contaminado para determinar el grado de riesgo que representa y establecer la prioridad con la cual debe ser limpiado, para reducir justamente dicha exposición.

A pesar de lo anterior, uno de los problemas más complejos en este campo sigue siendo precisamente la determinación de la exposición potencial a la que pueden estar sujetos los grupos poblacionales que residen o realizan actividades alrededor o dentro de los sitios contaminados, lo cual se liga al de la caracterización de las rutas más importantes a través de las cuales se pueden desplazar los contaminantes tóxicos para provocar la exposición humana, de las vías posibles de ingreso al organismo de los individuos expuestos, así como a la periodicidad e intensidad de dicha exposición.

Existen casos documentados de efectos severos provocados por la exposición directa y elevada a las sustancias tóxicas o peligrosas presentes en un sitio contaminado. También, existen evidencias claras de casos de exposición a dosis bajas de tales sustancias, pero lo que ha sido difícil de establecer es la relación entre este tipo de exposición y sus implicaciones, por el tamaño pequeño de las poblaciones expuestas y la baja resolución estadística de los estudios epidemiológicos en estos casos. Cabe resaltar, que la ansiedad pública que se produce en estas situaciones, se constituye en si misma en un riesgo de tipo psicológico y crea un sentimiento de ultraje por la exposición involuntaria e impuesta a las poblaciones afectadas.; por ello, aunque el riesgo real de adquirir una enfermedad pueda ser pequeño, la presión pública es muy grande para que se remedie el sitio percibido como riesgoso.

Esta percepción del riesgo por parte de las comunidades vecinas a los sitios contaminados debe ser tomada en cuenta al establecer políticas en la materia, pues de no hacerlo puede llegar a suceder que a pesar de darse todas las condiciones favorables para llevar a cabo su remediación, la población desconfíe de las decisiones que se hayan tomado sin involucrarla y bloquee la realización de tal remediación.

Con base en consideraciones como las antes señaladas, se ha desarrollado el proceso metodológico de evaluación, manejo y comunicación de riesgos, el cual parte de la caracterización de los sitios contaminados y de la determinación de posibles rutas y vías de exposición, como las que se refieren en el cuadro siguiente.

Es preciso resaltar el hecho de que el análisis del riesgo de exposición a los agentes tóxicos presentes en un sitio contaminado, no conduce a resultados definitivos que permitan conocer con precisión la probabilidad de que alguien desarrolle un cáncer o determinar las dosis o concentraciones de los contaminantes tóxicos capaces de provocar efectos adversos no cancerígenos, en la población expuesta a lo largo del tiempo en condiciones inciertas. Es conveniente hacer notar que, a diferencia de los estudios epidemiológicos que lo que evalúan es la prevalencia o incidencia de un padecimiento o daño a la salud en una población dada expuesta a un agente causal, las evaluaciones de riesgo lo que determinan es la probabilidad de que tal tipo de padecimientos o daños ocurran en una población expuesta a dicho agente, en función de la exposición y su vulnerabilidad particular (Cuadro 24).

---

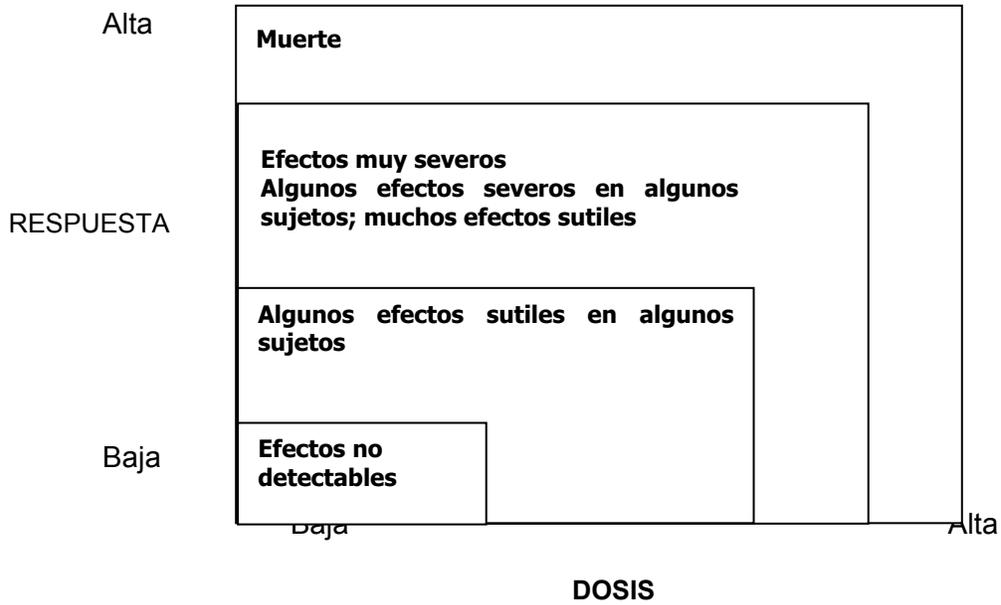
***Cuadro 24. Ejemplos de Rutas y Vías de Exposición a las Sustancias Tóxicas Presentes en un Sitio Contaminado***

Origen de la Exposición	Observaciones
Contacto directo	Cuando las personas penetran inadvertidamente a un sitio contaminado, pueden entrar en contacto directo con las sustancias o residuos tóxicos que se encuentran en ellos, los cuales pueden penetrar por su piel, ser inhalados o ingeridos.
Dispersión en el aire	La presencia de sustancias volátiles en un sitio contaminado (como los solventes orgánicos o el mercurio) o el arrastre de los agentes tóxicos por el viento, puede dar lugar a la contaminación del aire alrededor de ellos y a la exposición de la población vecina por inhalación del aire contaminado.
Arrastre hacia los cuerpos de agua superficiales	El aire, la lluvia, el escurrimiento de materiales líquidos, puede traer consigo la contaminación de los cuerpos de agua superficiales que circundan los sitios contaminados y a la exposición de las poblaciones que entran en contacto con el agua contaminada o la consumen.
Contaminación de acuíferos	La infiltración de las sustancias tóxicas en los suelos contaminados, puede dar lugar a que se contaminen los acuíferos de los cuales se abastecen de agua las comunidades vecinas a los sitios contaminados, constituyendo ésta una de las formas más comunes de exposición a las sustancias tóxicas sujetas a los procesos de lixiviación.
Consumo de alimentos contaminados	Puede darse el caso de que los sitios contaminados puedan causar la exposición indirecta a las sustancias tóxicas presentes en ellos vía la cadena alimentaria, particularmente tratándose de sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulables que son arrastradas fuera del lugar o a las que se exponen especies de animales que entran a estos sitios.

Sin embargo, la utilidad de la metodología de evaluación de riesgos deriva del hecho de que permite recabar, sintetizar y ponderar distintos tipos de información que dan una idea objetiva de la magnitud, tipo y gravedad de los riesgos en los que se incurre por la situación de contaminación que prevalece en un sitio dado, a través de un procedimiento sistemático.

Un elemento importante en este tipo de estudios, es la consideración de la relación existente entre la exposición a un agente tóxico o peligroso y sus efectos, es decir la relación entre la dosis y la respuesta, entendiéndose que a mayor exposición mayor es el daño que se puede producir y que puede llegar a provocar la muerte como se indica en la Figura 1.

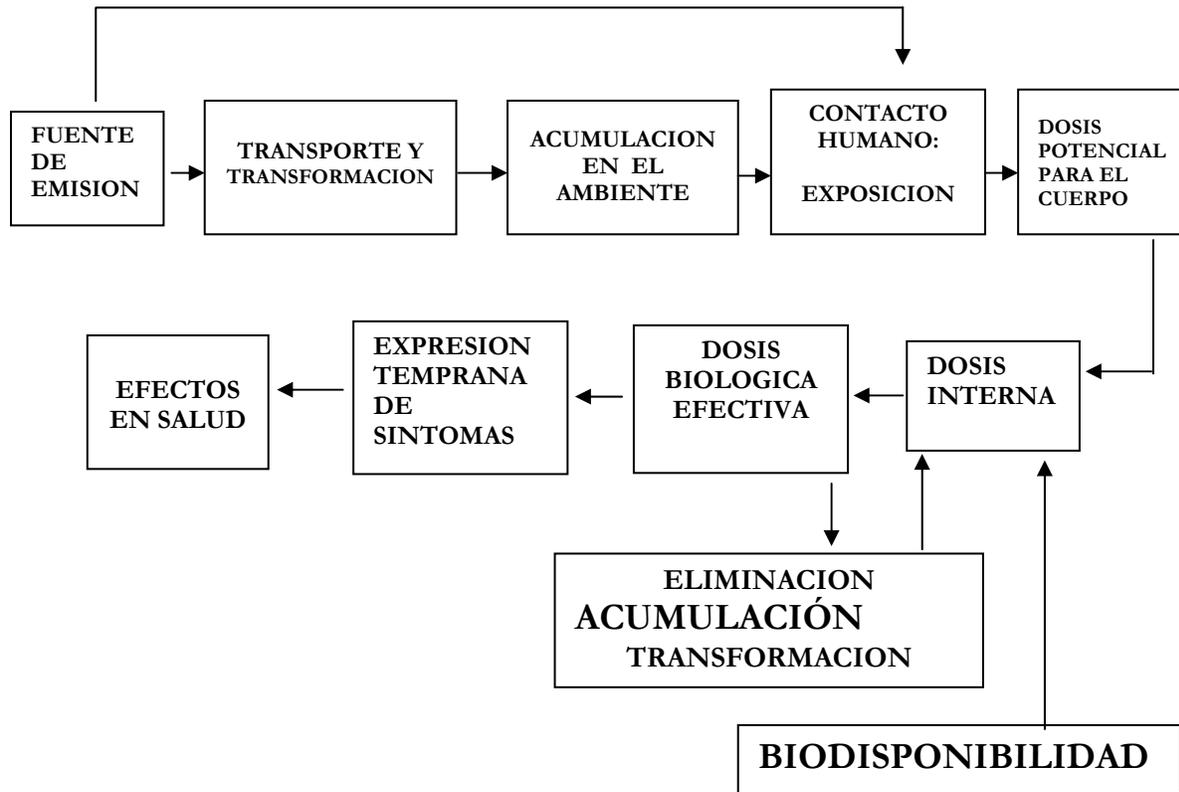
**Figura 1. Relación entre la Dosis y la Respuesta que Producen los Contaminantes Ambientales**



---

Asimismo, la determinación de la exposición a los agentes contaminantes que pueden representar un riesgo para la salud humana, demanda recabar datos como los considerados en la Figura 2. Cabe señalar que el riesgo de un contaminante no es el mismo si la exposición ocurre a través de la piel (exposición dérmica) o mediante su inhalación o ingesta y que se han desarrollado modelos para estimar cuánto ingresa de un contaminante a un individuo expuesto, sobre todo por las dos últimas vías, tomando en cuenta su edad y peso, así como la duración y frecuencia de la exposición.

**Figura 2. Datos para Determinar la Posibilidad de Exposición Humana a los Contaminantes de un Sitio**



De acuerdo con lo anterior, y de manera resumida, las etapas que comprende la evaluación de los riesgos para la salud humana de los contaminantes de un sitio, incluyen las siguientes:

**La identificación del peligro:** La cual consiste en responder a la pregunta ¿qué agentes contaminantes de un sitio son potencialmente perjudiciales para la salud humana?

**La evaluación dosis-respuesta:** Que implica responder a la pregunta ¿cómo se relaciona la dosis con los efectos adversos?

**La evaluación de la exposición:** Que plantea la necesidad de responder a la siguiente pregunta ¿quién está o estará expuesto, a qué, cuándo, dónde y durante cuánto tiempo?

**La caracterización del riesgo:** Que consiste en contestar a la pregunta acerca de ¿qué efectos es probable que ocurran en la población expuesta?

Es importante hacer notar, sin embargo, que aún cuando se logre superar la dificultad de establecer que las personas que viven alrededor de los sitios contaminados presentan evidencias de exposición al tipo de sustancias tóxicas presentes en el sitio, no puede descartarse la posibilidad de que la fuente de exposición sea otra, sobre todo si las sustancias de las que se trate son ubicuas. En el cuadro siguiente se mencionan algunos de los criterios que suelen emplearse para determinar si existe una relación de causalidad

entre la ocurrencia de un padecimiento dado en una población vecina a un sitio contaminado y la presencia en éste de contaminantes tóxicos.

---

**Cuadro 25. Criterios que Apoyan la Sospecha de una Relación de Causalidad Entre un Padecimiento y la Presencia de Contaminantes Tóxicos en un Sitio Vecino de Quien lo Padece**

- La exposición antecede al efecto.
- La sustancia contaminante ha mostrado ser capaz de producir el tipo de padecimiento que se le atribuye.
- A mayor exposición a la sustancia mayor es el efecto.
- Al suspender la exposición se atenúa o desaparece el efecto (salvo que sea irreversible).
- Distintas poblaciones expuestas a la misma sustancia muestran el mismo efecto.
- El individuo afectado no ha estado expuesto a otros agentes capaces de producir el mismo efecto.
- Existe plausibilidad biológica entre el tiempo en que ocurrió la exposición y el momento en que se manifestó el efecto.

---

En cualquiera de los casos, la pregunta central es que uso se dará al sitio remediado, pues de ello depende la decisión de qué tanto debe de ser limpiado para permitir el uso deseado. De esta manera, pueden llegar a fijarse previamente límites máximos permisibles de tipo genérico, respecto a las sustancias tóxicas más frecuentemente encontradas en los sitios contaminados, y aplicar la metodología de evaluación de riesgos, sólo cuando el nivel de limpieza requerido de acuerdo con los límites genéricos resulte incosteable o imposible de alcanzar y la utilización de este método ayude a determinar si el nivel de riesgo es aceptable en caso de reducirse menos la contaminación del lugar. Esto se ha vuelto la práctica común en muchos países y existen resultados documentados que permiten evaluar su efectividad e implicaciones de toda índole.

Respecto a este tema, pueden resumirse o sacarse las siguientes conclusiones:

- Aún cuando los contaminantes de un sitio puedan provocar otro tipo de efectos adversos, son los daños que puedan ocasionar a la salud humana los que motivan en primer lugar su limpieza.
- El riesgo que representan los sitios contaminados para la salud humana, son función de la exposición a las sustancias tóxicas a la que puedan dar lugar, por lo cual la reducción de tal exposición es la mejor medida para mitigar dichos riesgos.
- La determinación de la posible exposición a las sustancias tóxicas presentes en un sitio contaminado, constituye una de las dificultades mayores para los tomadores de decisiones por los múltiples factores que intervienen e incluso por la posibilidad de que existan otras fuentes de exposición respecto a dichas sustancias.
- Se ignoran los efectos que podría causar la exposición intermitente o continua a bajas dosis de contaminantes tóxicos, como la que podría ocurrir en un sitio contaminado.
- El poder estadístico de los estudios epidemiológicos realizados en pequeños grupos poblacionales potencialmente expuestos a las sustancias tóxicas presentes en un sitio contaminado es bajo, por lo cual se tiene que recurrir a estrategias como el meta-análisis para determinar la fuerza de la asociación entre la posible exposición y los padecimientos que aquejan a esos grupos.

- En cualquier circunstancia, el enfoque preventivo suele ser el más apropiado, cuando existan poblaciones en riesgo de exposición, ante la posibilidad de que puedan ocurrir efectos adversos de manifestación diferida, sin embargo, la evaluación de riesgos es requerida en estos caso para determinar los niveles de limpieza apropiados.
- Al tomar decisiones basadas en evaluaciones de riesgo, siempre deben tenerse presentes los supuestos adoptados y las incertidumbres existentes al realizar tales evaluaciones, buscando en la medida de lo posible no subestimar o sobreestimar demasiado los riesgos inherentes a los sitios contaminados.
- Los usos que se quieran dar a los suelos remediados influyen en el grado en que éstos deban ser limpiados.
- Aunque el riesgo se reduce al disminuir o evitar la exposición a un contaminante tóxico o peligroso, se debe tener presente que en casos como el encapsulamiento de contaminantes sin transformación de los mismos para que pierdan su peligrosidad, el riesgo sigue latente si con el tiempo dichos contaminantes vuelven a ser liberados al ambiente.

Los riesgos psicológicos que pueden derivar de la preocupación que causan los sitios contaminados en las poblaciones vecinas, hace indispensable complementar el proceso de evaluación y manejo de riesgos, con actividades de comunicación de riesgos e involucramiento de dichas poblaciones en la planeación de la remediación de los sitios contaminados.

## 7.2. Riesgos ecológicos

Los diferentes elementos que constituyen los ecosistemas brindan una serie de servicios ambientales que suelen pasar desapercibidos para el público general, hasta que ocurren desastres naturales que ponen en evidencia que su destrucción o deterioro incrementan la vulnerabilidad de la especie humana y ponen en riesgo su propia supervivencia, por ello, cada día más se introducen reformas en las políticas públicas y en las disposiciones jurídicas y se desarrollan programas tendentes a proteger los recursos naturales y concederles tanta importancia como la que se otorga al cuidado de la vida humana.

En el campo que nos ocupa, la protección de los ecosistemas en cuanto a los riesgos que representan para ellos los sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos, plantea un reto de grandes dimensiones ante la complejidad natural de los sistemas ecológicos, lo cual ha sido tomado en consideración al desarrollar la metodología para la evaluación de riesgos ecológicos.<sup>24</sup>

El procedimiento de evaluación de riesgos ecológicos incorpora métodos de análisis de sistemas para integrar aspectos relativos a la ecología, química ambiental, toxicología ambiental, hidrología y otras ciencias del ambiente, a fin de estimar la probabilidad o posibilidad condicionada de ocurrencia de eventos ecológicos indeseables o adversos, tales como decrementos inaceptables en la abundancia de una o más poblaciones

---

<sup>24</sup> Bartell S.M., Evaluación de riesgos ecológicos/ambientales. Principios y Prácticas. En: Manual de Evaluación y Administración de Riesgos. Kolluru R., Bartell S., Pitblado R. Y Stricoff S. (Editores) Mc Graw Hill. 1998. p.p. 10-3 a 10-59.

ecológicas de interés; más rara vez se han considerado las consecuencias ecológicas de las perturbaciones o la probabilidad (y tasa) de recuperación después de una perturbación.

En esencia, un riesgo ecológico se define como la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento ecológico especificado, aunado a alguna declaración de sus consecuencias ecológicas, como sería el caso de la biodiversidad reducida, la pérdida de recursos comercialmente valiosos o la inestabilidad de un ecosistema; sus atributos fundamentales aparecen resumidos en el Cuadro 26.

---

**Cuadro 26. Atributos deseables de una metodología de evaluación de riesgos**

1. El método debe ser coherente, para permitir que distintos evaluadores de un mismo problema, que cuenten con la misma información, lleguen a estimaciones del riesgo similares.
2. El método debe ser capaz de utilizar información y datos recolectados en el momento acerca de la comunidad ecológica en estudio, como los relativos a la toxicidad aguda y crónica de los contaminantes, como primer paso del proceso de evaluación.
3. El método debe basarse en la comprensión moderna y cuantitativa de los sistemas ecológicos.
4. Los métodos deben estar sustentados en una base sólida acerca de la toxicología ambiental y de las relaciones dosis-respuesta o concentración-respuesta.
5. Los resultados de la evaluación deben ajustarse en forma conveniente dentro de un marco que considere las incertidumbres y estimaciones del riesgo como una probabilidad o posibilidad condicionada.
6. Las estimaciones del riesgo obtenidas por el método deben ser verificables, utilizando mediciones o realizando experimentos.

Fuente: Bartell S.M., Evaluación de riesgos ecológicos/ambientales. Principios y Prácticas. En: Manual de Evaluación y Administración de Riesgos. Kolluru R., Bartell S., Pitblado R. Y Stricoff S. (Editores) Mc Graw Hill. 1998. p.p. 10-3 a 10-59.

---

Para autores como Bartell, la distinción fundamental entre la evaluación de riesgos ecológicos y la evaluación de impactos ambientales, es la consideración explícita de las incertidumbres; ya que comúnmente en las evaluaciones de impacto ambiental están ocultas, son ignoradas o no incorporadas con rigor. Por el contrario, en la evaluación de riesgos, las presunciones o incertidumbres se toman en cuenta a lo largo del análisis para producir una declaración probabilística relativa a la oportunidad de observar la alteración del parámetro objeto de la evaluación.<sup>17</sup>

En los países más industrializados, las evaluaciones de riesgos ecológicos o ecotoxicológicas, están siendo requeridas legalmente bajo distintas leyes que regulan el ingreso al comercio de nuevas sustancias químicas, sobre todo plaguicidas, la operación de industrias o servicios en los que se manejan materiales o residuos peligrosos, así como en relación con la determinación de la pertinencia de remediar sitios contaminados y el grado de limpieza a alcanzar.

En el Cuadro 27 se describen algunas de las consideraciones en torno a las perturbaciones ecológicas que suelen ser objeto de evaluación para determinar el riesgo de que ocurran como consecuencia de la presencia y movilización de las sustancias tóxicas que contaminan los sitios en los que se han derramado, enterrado o abandonado materiales y residuos peligrosos.

---

**Cuadro 27. Consideraciones de la teoría de perturbación ecológica**

- Una perturbación ecológica es un acontecimiento extremo o proceso exógeno a la función del sistema natural, como por ejemplo, las alteraciones del hábitat físico-químico.
- La perturbación puede ser extrema debido a su magnitud, frecuencia, duración o alguna combinación de ellas.
- Una perturbación exhibe alguna escala característica relevante espacial-temporal.
- Las escalas características de la perturbación determinan posibles estructuras ecológicas y procesos en riesgo.
- Los sistemas ecológicos pueden incorporar perturbaciones como parte de una función natural del sistema (como por ejemplo, el papel del fuego en el mantenimiento de las praderas).

Fuente: Pickett S.T.A. y White P.S., *The Ecology of Natural Disturbances and Patch Dynamics*. Academic Press. New York. 1985 (citado en nota 17).

A manera de ejemplo, se incluyen en el Cuadro 28 datos sobre los tipos de evaluaciones de riesgos más frecuentes realizadas en Estados Unidos, indicando el tipo de contaminantes, de medios ambientales, de parámetros y especies que involucraron.

**Cuadro 28. Ejemplos de Aspectos Considerados en Evaluaciones de Riesgo Ecológico en Estados Unidos entre 1980 y 1993**  
(Por ciento)

Tipo de Contaminantes	Medio de Exposición	Parámetro Evaluado	Población Estudiada
Metales tóxicos (Hg, Cd, Se, As, Ni) (28)	Agua superficial (53)	Procesos fisiológicos (6)	Peces (38)
Compuestos orgánicos (BPC, PAH) (27)	Sedimentos (32)	Organismos individuales (4)	Invertebrados de bentos (36)
Residuos mixtos (metales y orgánicos) (20)	Suelos (12)	Impactos en la población (58)	Zooplankton (16)
Plaguicidas (15)	Terrestres (no suelos) (12)	Composición de la comunidad (12)	Aves (15)
Radionúclidos (Cs-137) (6)	Agua subterránea (9)	Estructura y función del ecosistema (12)	Plantas (terrestres y acuáticas) (14)
Gases (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> ) (3)	Aire (3)	Depósitos de agua (3)	Pequeños mamíferos (11)
		Riesgos regionales (6)	Mamíferos grandes (6)
			Reptiles/anfibios (3)
			Microbios (1)

Fuente: Bartell S.M., *Evaluación de riesgos ecológicos/ambientales. Principios y Prácticas*. En: *Manual de Evaluación y Administración de Riesgos*. Kolluru R., Bartell S., Pitblado R. Y Stricoff S. (Editores) Mc Graw Hill. 1998. p.p. 10-3 a 10-59.

Se han desarrollado distintos marcos conceptuales para evaluar los riesgos ecológicos que comparten algunos elementos en común como se indica en el Cuadro 29, en el que se utilizan como ejemplo algunos de los que se han planteado en Estados Unidos.

**Cuadro 29. Ejemplos de Elementos Considerados en la Evaluación de Riesgos Ecológicos de Estados Unidos**

Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Consejo Nacional de Investigación (NRC)	Fundación de Investigación del Entorno del Agua (WERF)
<p><b>Formulación del problema:</b> Identificar agentes perturbadores (sustancias tóxicas), seleccionar parámetros o efectos a evaluar (end points), sugerir ámbito y escala de la evaluación.</p> <p><b>Evaluación de la exposición:</b> Describir destino y transporte del agente tóxico, estimar el perfil de exposición y la dosis subsecuente.</p> <p><b>Caracterización del efecto:</b> Definir efectos ecológicos que sean consistentes con los objetivos de la evaluación, derivar las relaciones de exposición-respuesta utilizadas para traducir el perfil de exposición en una estimación de riesgos.</p> <p><b>Caracterización del riesgo:</b> Integrar la información, estimar riesgos, identificar y estimar incertidumbres y sus implicaciones para la evaluación.</p>	<p>Política</p> <p>Identificación del peligro</p> <p>Evaluación de la exposición</p> <p>Exposición: evaluación de la respuesta</p> <p>Caracterización del riesgo</p> <p>Administración del riesgo</p>	<p>Nivel 1. Evaluación de clasificación Definición del problema Caracterización de la fuente Evaluación de la exposición Receptor y caracterización del parámetro en estudio (end point) Caracterización de efectos Caracterización del riesgo Administración del riesgo</p> <p>Nivel 2. Estimación del riesgo con datos existentes</p> <p>Nivel 3. Estimación del riesgo con nuevos datos.</p>

Fuente: Bartell S.M., Evaluación de riesgos ecológicos/ambientales. Principios y Prácticas. En: Manual de Evaluación y Administración de Riesgos. Kolluru R., Bartell S., Pitblado R. Y Stricoff S. (Editores) Mc Graw Hill. 1998. p.p. 10-3 a 10-59.

### 7.3. Prevención de la contaminación y sus riesgos

A lo largo de este documento se ha puesto énfasis en señalar que la experiencia ha mostrado que es más barato prevenir que remediar, lo cual aplica perfectamente al tema al que se ha venido haciendo referencia y en los distintos capítulos de este documento se han aportado elementos para conocer lo que ha hecho México y las medidas adoptadas en otros países, tanto desde la perspectiva de definición de políticas, como de desarrollo de instrumentos regulatorios y de otra índole, para lograr prevenir la contaminación ambiental por sustancias y residuos tóxicos o peligrosos.

Sin embargo, el número creciente de sitios contaminados identificados por doquier, indica que a pesar de todos esos esfuerzos no se ha logrado el objetivo que se persigue; lo cual ha llevado a desarrollar otras políticas, disposiciones regulatorias, programas y acciones, pero ahora destinadas a remediar la contaminación provocada por prácticas inadecuadas de manejo de materiales y residuos peligrosos. A este respecto, algunos países consideran que los altos costos de remediar sitios contaminados o de indemnizar a terceros que resultan afectados, se está convirtiendo en un poderoso factor para lograr el cambio esperado de conductas a favor de la prevención.

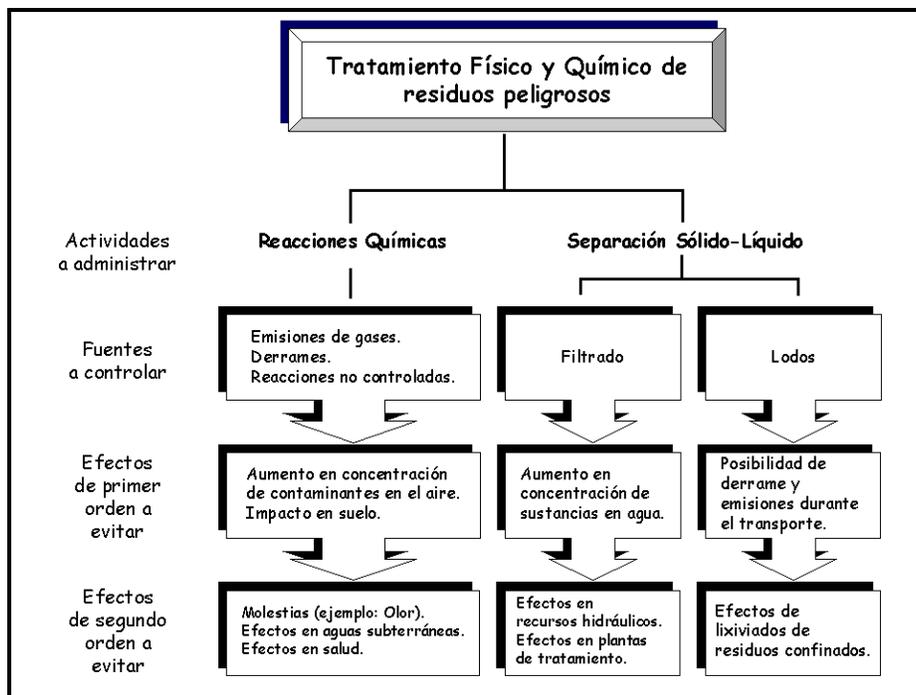
La introducción de la evaluación del impacto ambiental de las actividades productivas que involucran el manejo de materiales y residuos peligrosos, tuvo como objeto proporcionar una metodología que permitiera a los particulares involucrados en estas actividades prever los posibles impactos adversos sobre el ambiente que podrían resultar de las

mismas, a fin de establecer e instrumentar medidas de mitigación. Indudablemente, este instrumento de carácter preventivo no ha dado los resultados esperados, tal y como se señala en el párrafo anterior.

Como ya se dijo previamente al referirse a la evaluación de riesgos ecológicos, que existen diferencias entre los procedimientos de evaluación del impacto ambiental de las actividades que involucran el manejo de materiales y residuos peligrosos y los relacionados con la evaluación de los riesgos sanitarios y ecológicos de éstas, entre otros, porque los segundos involucran la consideración de incertidumbres y supuestos, a fin de estimar probabilidades o posibilidades condicionadas de que se produzcan efectos adversos en las poblaciones humanas o en los ecosistemas aledaños a ellas como consecuencia de la contaminación ambiental que provoquen y de la exposición que de ello resulte.

A manera de ejemplo, se ilustrarán a continuación los posibles riesgos que pueden derivar de la liberación al ambiente de agentes químicos o físicos en instalaciones dedicadas al tratamiento o confinamiento de residuos peligrosos (ver Figuras 3,4 y 5), aunque el mismo tipo de problemas se pueden presentar en actividades industriales y de servicios que involucren el manejo de materiales peligrosos y que, al ser evaluadas antes de autorizar su operación, requerirían serlo tomando en cuenta sus riesgos sanitarios y ecológicos como aquí se indica y no sólo su impacto ambiental mediante los procedimientos tradicionales.

**Figura 3. Tratamiento Físico y Químico de Residuos Peligrosos**



**Figura 4. Procesos de Incineración de Residuos Peligrosos**

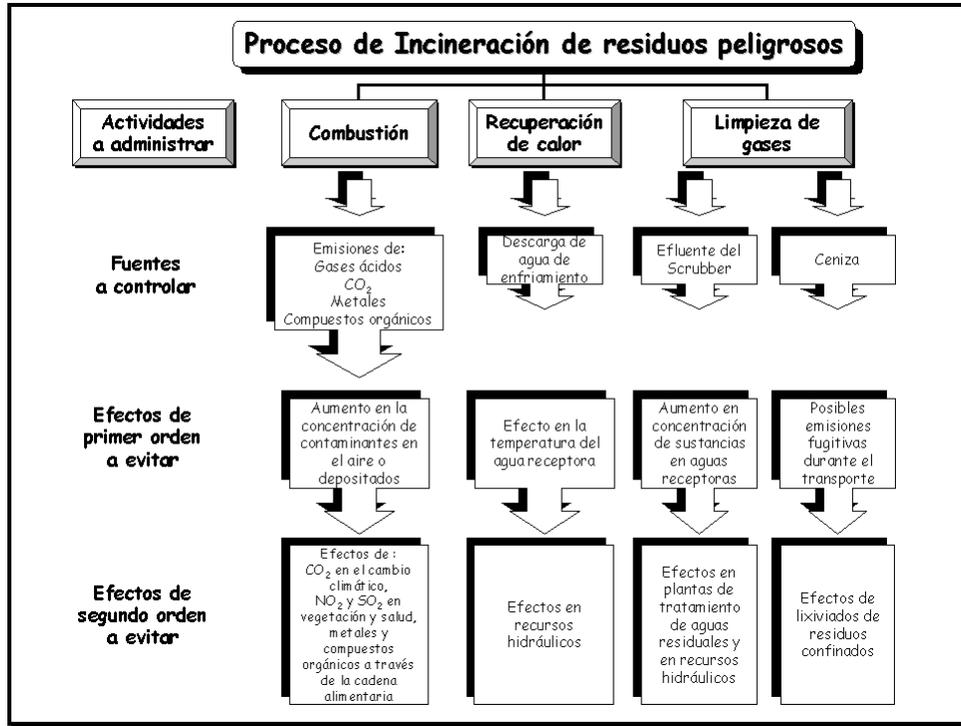
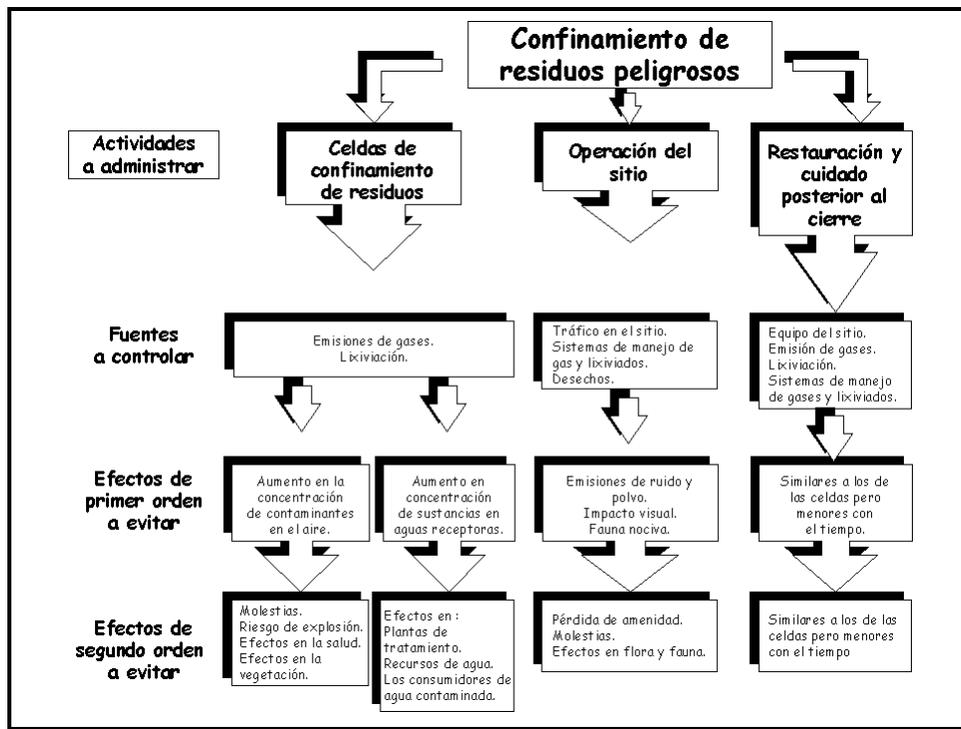


Figura 5. Confinamiento de Residuos Peligrosos



Como se indica en las figuras cada uno de los procesos considerados tienen posibilidades de impactar al ambiente y llegar a representar riesgos a la salud humana y a los

ecosistemas, por tal razón en otros países se han desarrollado normas de desempeño ambiental que limitan la liberación al ambiente de contaminantes en tales actividades, así como guías y lineamientos de buenas prácticas para su operación segura y ambientalmente adecuada; aunque en nuestro país desafortunadamente sólo se cuenta con normas oficiales mexicanas que regulan el desempeño de los confinamientos, sin cubrir las condiciones para el tratamiento previo de los residuos antes de confinarlos.

Asimismo, y para asegurar que al cierre de sus operaciones tales instalaciones queden libres de residuos peligrosos sin procesar y limpias, se han establecido condiciones legales obligatorias a seguir en esos casos, así como garantías financieras para hacer frente a cualquier eventualidad y a los gastos que podrían requerirse de quedar sucias. Tampoco se ha establecido en México este tipo de instrumentos, lo cual ha traído consigo el que muchos sitios contaminados y abandonados, sean justamente instalaciones de empresas recicladoras o de industrias y servicios que quedaron contaminados y con volúmenes significativos de residuos peligrosos acumulados.

Más aún, como el riesgo de este tipo de actividades potencialmente contaminantes está relacionado con la vulnerabilidad del entorno, por lo general los países industrializados han establecido criterios y disposiciones legales para restringir su ubicación limitándola a sitios en los cuales no representen riesgos mayores, a este respecto en México sólo se ha normado la ubicación de los confinamientos más no de ninguna otra instalación relacionada con el manejo de residuos peligrosos, salvo que reúna los criterios para ser considerada como una actividad altamente riesgosa.

Aunado a lo anterior, y a partir de la experiencia que ha mostrado que la mayoría de los accidentes que han involucrado la liberación de contaminantes al ambiente en este tipo de instalaciones, han estado relacionados con fallas humanas por falta de capacitación o de atención de los operadores, se han establecido fuertes exigencias para mantener capacitados a los trabajadores de las mismas y para acreditar dicha capacitación, lo cual en México no ha sido efectivo.

Lamentablemente, por la presión que se ha ejercido sobre las autoridades responsables de emitir las autorizaciones para la operación de actividades industriales y de servicios que involucran el manejo de materiales y residuos peligrosos, para que las otorguen en plazos relativamente cortos, en México lejos de reforzarse los procedimientos de evaluación del impacto y del riesgo de las mismas tomando en cuenta todas las consideraciones anteriores, éstos se han ido relajando.

Cabría entonces preguntarse ¿cuál es el objetivo de los trámites administrativos impuestos a los particulares para la obtención de autorizaciones?. En principio, los trámites deberían ser considerados y aplicarse como instrumentos de la política ambiental, cuyo propósito es alcanzar los objetivos de prevención de la contaminación y riesgos ambientales en las actividades sujetas a ellos, si tales objetivos no se alcanzan mediante dichos trámites sería mejor eliminarlos y desarrollar otras medidas más costo-efectivas para el logro de estos objetivos.

Hoy en día que se están adoptando sistemas de calidad en la administración pública, se deberían evaluar uno a uno los trámites vigentes determinando qué resultados ambientales ayudan a obtener, a qué costo y con qué eficiencia y eficacia, lo que implicaría contar con indicadores no sólo de desempeño administrativo (por ejemplo número de autorizaciones emitidas), sino de resultados (como por ejemplo, cuánto se ha

reducido la contaminación o la generación de residuos peligrosos y de sitios contaminados con ellos en las actividades autorizadas). El interés manifestado por las autoridades ambientales de ofrecer transparencia en la administración pública y garantizar el derecho de la sociedad a saber cuál es el desempeño de ésta en términos de resultados, hace necesario establecer mecanismos e instrumentos específicos que permitan rendir cuentas a través de indicadores de resultados.

## **8. REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS**

### **8.1. Consideraciones generales**

#### **8.1.1. Necesidad de actualización permanente**

Los conocimientos sobre los efectos adversos de las sustancias tóxicas contenidas en los residuos peligrosos y presentes en los sitios contaminados, han progresado mucho en los últimos años y evolucionan de manera continua por lo que los tomadores de decisiones encargados de proteger la salud de la población y de los ecosistemas requieren mantenerse actualizados al respecto. En particular, es indispensable que estén al tanto de los avances en la definición de la relación existente entre los niveles de exposición a las sustancias tóxicas y los daños que estos ocasionan, pues ello es indispensable para determinar los niveles de limpieza a establecer. Como también es importante que conozcan los nuevos aportes respecto de los efectos de la exposición múltiple a distintas sustancias tóxicas o a mezclas de ellas, o en cuanto a sus mecanismos de acción. Todo ello, en relación con una amplia gama de posibles efectos que comprenden desde el desarrollo de cáncer o de alteraciones reproductivas y de diferentes órganos o sistemas, hasta el de alteraciones que inciden en el aprendizaje, en aspectos psicológicos y en la conducta de los individuos. A este respecto, es importante consultar los perfiles toxicológicos de las sustancias tóxicas de interés prioritario en los Estados Unidos, elaborados por la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR) de ese país y otras de sus bases de datos o el banco de datos de la División de Salud y Seguridad Ambiental de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).<sup>25,26</sup> En ausencia de esta información, se puede sobreestimar el riesgo de los sitios contaminados y exagerar los límites de limpieza a alcanzar, o bien se puede subestimar tal riesgo y dejar desprotegidas a las poblaciones expuestas.

#### **8.1.2. Dilemas de la caracterización de sitios contaminados**

La evaluación de los riesgos a la salud pública derivados de la existencia de sitios contaminados, se basa en la caracterización de dichos sitios con base en la determinación del tipo de sustancias peligrosas (principalmente tóxicas, aunque en algunos sitios los riesgos pueden derivar de la presencia de sustancias corrosivas, reactivas, explosivas o inflamables) presentes en ellos, de la concentración respectiva de cada una de ellas y de su distribución en los diferentes medios ambientales. El problema es, que la mayoría de los sitios suelen contener docenas y a veces cientos de dichas sustancias, no distribuidas uniformemente en el lugar contaminado lo cual constituye un reto para el diseño del plan de muestreo y análisis, así como un costo muy elevado; lo cual lleva generalmente a seleccionar algunas de esas sustancias como “contaminantes preocupantes” por su riesgo potencial, en cuya distribución en el sitio se basa su caracterización.

---

<sup>25</sup>( <http://www.atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/hazdat.html>)

<sup>26</sup>(<http://www.oecd.org/env>)

En los países en los que este ejercicio de definición de las modalidades que puede adoptar la contaminación de un sitio particular, complementado por otro para determinar la vulnerabilidad del entorno y otros aspectos relevantes, se realiza para establecer un dictamen con base en el cual someter a concurso la limpieza del lugar a fin de recibir propuestas de formas de llevarla a cabo por parte de los contratistas, se han identificado numerosos problemas que se deben tener presentes al definir una política al respecto, tales como los siguientes:

**Establecimiento incorrecto de las zonas contaminadas:** lo cual puede centrar la atención de la limpieza en algunos sitios, dejando otros más contaminados de lado.

**El enfoque centrado en “sustancias preocupantes” puede dejar de lado otras de alto riesgo:** el descubrimiento de la presencia de otras sustancias riesgosas no consideradas en el dictamen inicial conlleva la posibilidad de que no se tomen en cuenta en el plan de limpieza del sitio.

En los dos ejemplos anteriores, por un lado se crean riesgos para los trabajadores involucrados en la limpieza de los sitios y por otro, se plantea la necesidad de hacer reajustes a los presupuestos para la remediación del lugar a fin de incorporar el costo de limpiar sitios no previstos o eliminar o controlar las sustancias riesgosas dejadas de lado. Además de lo anterior, en tales circunstancias puede suceder que el entrenamiento de los trabajadores deje de lado la consideración a la forma de manejo segura y modalidades de protección para prevenir los riesgos de las sustancias no consideradas en el dictamen. De no hacerse algo respecto a ambos problemas, también las poblaciones y ecosistemas circundantes podrían quedar desprotegidos.

Experiencias como las anteriores, han llevado a adoptar otro tipo de enfoques para la caracterización de los sitios contaminados, ninguno de los cuales ha resultado infalible, pero que ofrecen una mayor flexibilidad al brindar, por ejemplo, la posibilidad de que se vayan haciendo ajustes a los términos de referencia para los contratistas de manera que se pueda ampliar la investigación preliminar, incorporar nuevas áreas, nuevas sustancias y nuevas estrategias de limpieza, de ser necesario; todo lo cual incide en los costos de la limpieza.

### 8.1.3. Dilemas de la definición del “riesgo aceptable”

A manera de ejemplo sobre las implicaciones de la definición de los límites de concentración de las sustancias potencialmente tóxicas presentes en un sitio contaminado a partir de los cuales determinar el grado de la limpieza de los mismos, conviene tener presente el amplio debate que se abrió en relación con el establecimiento como límite de exposición a sustancias cancerígenas de un riesgo equivalente a  $10^{-6}$ , es decir, de un incremento en la posibilidad de contraer un cáncer a lo largo de la vida equivalente a uno en un millón (lo cual significa que si se expone un millón de personas a un contaminante tóxico, sólo una desarrolle cáncer como consecuencia de dicha exposición)<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> También se ha expresado esta probabilidad en términos de años necesarios para que una persona contraiga cáncer como resultado de la exposición a un agente tóxico, considerando como supuesto que requiere exponerse durante toda su vida o alrededor de 70 años para adquirirlo, lo que significaría que se necesitarían

Este valor se utilizó durante años con distintos fines, tales como el uso de plaguicidas y de aditivos de alimentos, la determinación de la exposición permisible a contaminantes presentes en el aire o emitidos en los incineradores, así como para fijar los límites de limpieza en los sitios contaminados con sustancias cancerígenas, sin que se hubiera establecido con claridad de dónde surgió ese valor ni con que propósito, lo cual significó políticas sumamente restrictivas e implicó costos multimillonarios para sujetarse a ese límite.

La investigación de los orígenes de dicho valor llevó a resultados sorprendentes, entre otros, al identificarse que ninguna de las autoridades gubernamentales entrevistadas, que normalmente aplicaban ese valor en sus decisiones, contaba con ninguna documentación sobre el sustento científico con base en el cual se fijó desde la década de 1970; lo paradójico, es que su aplicación alcanzó niveles mundiales.<sup>28</sup>

Finalmente, esta investigación identificó que el concepto  $10^{-6}$ , constituyó un valor arbitrario adoptado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos de América (FDA por sus siglas en inglés), como un nivel de tamizaje del “riesgo *de minimis* o esencialmente cero riesgo”, propuesto por dos científicos del Instituto Nacional del Cáncer, respecto a los métodos para determinar los niveles de “seguridad” en las pruebas de laboratorio sobre carcinogenicidad.<sup>29</sup>

El término *de minimis*, proviene del concepto legal “*de minimis non curat lex*”, que significa que la ley no se ocupa de cuestiones triviales o sea que un nivel de riesgo por debajo de  $10^{-6}$  se considera como trivial. La disposición de la FDA a este respecto, esta relacionada con la Cláusula Delaney que en 1958 estableció que ningún residuo de una sustancia cancerígena puede ser aceptado en alimentos para humanos y que surgió de la preocupación del uso de un agente cancerígeno el dietilestilbestrol como promotor del crecimiento del ganado; lo cual hoy en día se considera como un límite excesivamente conservador e injustificado y ha dado lugar a una cadena de malas interpretaciones.

Los autores de esta investigación consideraron que fijar un nivel de limpieza de un sitio contaminado con un agente cancerígeno a un “nivel de  $10^{-6}$  o esencialmente cero” es equivalente a fijar como límite máximo de velocidad en una carretera a una milla por hora. En la práctica, la aplicación de este límite en el área ambiental no ha sido uniforme y ha dependido de la percepción de los riesgos particulares de las fuentes de los agentes cancerígenos, aplicándose casi exclusivamente a los sitios contaminados con residuos peligrosos, a los plaguicidas y a agentes cancerígenos seleccionados, pero no en el caso de emisiones al aire, agua de bebida u otras fuentes percibidas como de menor riesgo.

Los autores señalados, consideran que tampoco este criterio se ha aplicado uniformemente en todos los casos de limpieza de sitios contaminados, encontrándose

---

70 millones de años para que con una probabilidad de  $10^{-6}$  una persona adquiera cáncer, lo cual es a todas luces un riesgo *de minimis* o intrascendente).

<sup>28</sup> Kelly K.E. y Cardon N.C. The Myth of  $10^{-6}$  as a Definition of Acceptable Risk. En: Hazardous Waste and Public Health: International Congress on the Health Effects of Hazardous Waste. Andrews J. S., Frumkin H., Johnson B.L., Mehlman M.A., Xintaras Ch. Y Bucsela J.A. Editores. U.S, Department of Health and Human Services. Mayo 3-6, 1993. Atlanta, Georgia. EAU. págs. 102-109.

<sup>29</sup> FDA. Compounds Used in Food-Processing Animals: Procedures for Determining Acceptability of Assay Methods Used for Assuring the Absence of Residues in Edible Products Such as Animals”. Federal Registry Notice. 1973.

variaciones de varios órdenes de magnitud, así como entre ciudades de una misma entidad o entre países, lo cual indica niveles de “aceptabilidad de los riesgos” diferentes. Cabe señalar, que no se estableció ninguna disposición normativa a este respecto, que determinara que este nivel máximo de riesgo debería ser respetado en la limpieza de los sitios contaminados, aunque en el “Superfund Public Health Evaluation Manual”, publicado en 1986, apareció un señalamiento en el sentido de que “...la remediación debe reducir las concentraciones ambientales de sustancias químicas a niveles asociados con un rango de riesgo carcinogénico entre  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$ . De hecho, la Agencia de Protección Ambiental de EAU., más que establecer límites precisos de limpieza hizo referencia a rangos para orientar a los tomadores de decisiones a definir ellos mismos lo que conviene en función del sitio, tomando en cuenta diferentes situaciones, tipos de amenazas y de medidas tecnológicas para remediarlos.

Autores como C. Travis, citado por los investigadores a los que ha venido haciéndose referencia, han incluso encontrado diferencias extremas entre los límites máximos establecidos para una misma sustancia cancerígena por diferentes divisiones dentro de una misma agencia gubernamental, como ocurrió con las regulaciones relativas al arsénico que variaron por seis órdenes de magnitud.<sup>30</sup> A su vez, Travis trató en su artículo de contestar indirectamente a la cuestión relativa al “nivel aceptable de riesgo”, cuantificando los niveles de riesgo asociados con 132 decisiones regulatorias federales, concluyendo que el nivel de riesgo aceptable “de-facto” fue aproximadamente  $10^{-4}$ .

Con base en lo anterior, los autores de la investigación mencionada, concluyen que existe consenso en la literatura en cuanto a que el “nivel aceptable de riesgo”, constituye una decisión basada en juicios hechos por las personas expuestas a ellos junto con las autoridades sanitarias, más no un valor derivado de estudios científicos o una decisión adoptada por personas ajenas a la situación riesgosa que se busca atender. La aceptabilidad de los riesgos involucra múltiples factores entre los que se encuentran los siguientes:

- El número de personas expuestas.
- Las consecuencias de los riesgos.
- El grado de control sobre la exposición y
- Otros 40 factores más.

A su vez, alertan sobre el hecho de que lo que pudiera ser una medida viable a nivel local, como la limpieza de un sitio tomando como referencia el valor  $10^{-6}$ , aún a costos multimillonarios, es literalmente imposible a la escala nacional.

En una reunión reciente sobre el tema de las sustancias cancerígenas en alimentos, el Comité de Expertos en Aditivos de Alimentos de la FDA y de la Organización Mundial de la Salud, se concluyó lo siguiente " se puede establecer una dosis de ingesta tolerable para el 2,3,7,8-TCDD (dioxina) sobre la base del supuesto de que existe un umbral para todos los efectos, incluyendo el desarrollo de cáncer. La carcinogenicidad debida al 2,3,7,8-TCDD no está asociada a mutagenicidad o a la unión de este compuesto al ADN, y se produce a dosis mucho más altas en animales que las que producen otros efectos tóxicos.

---

<sup>30</sup> Travis C. Cancer Risk Management: A Review of 132 Regulatory Decisions. Environmental Science and Technology 21 (5): 415-20. 1987. Citado en nota 6.

Por lo anterior, el Comité concluyó que el establecimiento de una ingestión tolerable, basada en efectos no-cancerígenos, podría también cubrir cualquier riesgo cancerígeno.<sup>31</sup>

Se llegó a la conclusión anterior (un umbral para los efectos cancerígenos) porque la ingesta normal de fondo de dioxinas en alimentos, constituye un nivel de riesgo comprendido en un rango de  $10^{-2}$  a  $10^{-3}$ . Por lo tanto, para concluir que un alimento normal no constituye un peligro, se tiene que asumir que la dioxina tiene un umbral, lo que lleva a considerar que sería realista establecer límites de limpieza para sitios contaminados con este tipo de compuestos cancerígenos comprendido en un rango entre  $10^{-4}$  y  $10^{-3}$ , como ocurre en Europa.<sup>32</sup>

## 8.2. Ética ambiental<sup>33</sup>

Por ética se entiende “el marco sistemático de pensamiento y análisis que tiene que ver con cuestiones relacionadas con lo que es correcto o incorrecto y la naturaleza de una vida buena y apropiada”.<sup>34</sup>

El concepto de ética ambiental, está relacionado con el marco en el cual la humanidad se relaciona con el ambiente natural, con las razones que nos motivan a actuar de cierta manera y con las consecuencias que de ello derivan para el ambiente.

La ética ambiental enfoca al mundo de manera holística y a través de diferentes perspectivas, una de las cuales es la consideración del planeta como una entidad que debe ser compartida por todos los seres humanos y ocupantes naturales.

Es en este contexto, que ha surgido la preocupación y el desarrollo de un área específica de las políticas públicas en este campo, que tienen que ver con lo que ha dado en denominarse la “justicia ambiental”. Este último concepto y campo de la investigación y acción política, surge de los hallazgos de una distribución no equitativa de las instalaciones riesgosas, entre las que se encuentran las dedicadas al manejo de los residuos peligrosos, que ha llevado a ubicarlas más frecuentemente en lugares en los que existe una alta proporción de individuos que constituyen grupos raciales sobre los que se ejercen acciones discriminatorias de ésta y otra índole.

Es también en este marco, que se ha creado la preocupación por determinar los criterios y reglas que deben aplicar a quienes realizan investigaciones para evaluar los riesgos a la salud derivados de la exposición a agentes ambientales, incluyendo los residuos peligrosos depositados en sitios contaminados, para salvaguardar los derechos humanos, evitar crear ansiedad pública injustificada y que individuos sin escrúpulos se sirvan de los resultados de estas investigaciones para obtener beneficios personales. Este tipo de

<sup>31</sup> Reunión del Comité Conjunto FAO/OMS de Expertos en Aditivos de Alimentos. Roma. 5-14 de junio de 2001.

<sup>32</sup> Travis C. comunicación personal. Enero 2002.

<sup>33</sup> Johnson B.L. Is Health Risk Assessment Unethical?. En: Hazardous Waste and Public Health: International Congress on the Health Effects of Hazardous Waste. Andrews J. S., Frumkin H., Johnson B.L., Mehlman M.A., Xintaras Ch. Y Bucsela J.A. Editores. U.S, Department of Health and Human Services. Mayo 3-6, 1993. Atlanta, Georgia. EAU. Págs. 95-101.

<sup>34</sup> Miller A. Gaia connections: an introduction to ecology, ecoethics, economics. Savage, Maryland: Rowan & Littlefield. 1991. Citado en nota 9.

consideraciones se asemejan a las contenidas en la Declaración de Helsinki, relacionada con la definición de principios que deben adoptar las naciones respecto a las investigaciones experimentales en humanos y al establecimiento del “Consentimiento Previo Informado”, por parte de los individuos sujetos a dichas investigaciones.

En el campo que nos ocupa, y tratándose de evaluaciones de riesgos de situaciones tales como las que derivan de la contaminación de sitios con sustancias peligrosas y de la exposición de grupos poblacionales, se desarrolló un concepto equivalente que se conoce como “Asentimiento Informado”. Este concepto está basado en las siguientes consideraciones:<sup>35</sup>

- El público debe ser informado en forma honesta y comunicativa, así como poder participar en el proceso de evaluación de riesgos a la salud, permitiéndole la oportunidad de revisar y comentar estas evaluaciones a medida que se desarrollan.
- Debe establecerse el mismo compromiso que en el caso de la investigación experimental en sujetos humanos, de ante todo no causar ningún daño, evaluando las consecuencias de las decisiones basadas en los riesgos, que pueden derivar de los estudios que se realicen y abriendo la posibilidad de no conducir una evaluación de riesgos si los datos son insuficientes para proteger la salud de los sujetos involucrados.
- Es necesario establecer mecanismos de “revisión por pares” de los protocolos para realizar las evaluaciones de riesgos, de manera independiente, así como para comunicar al público las opiniones derivadas de este proceso.
- Las agencias gubernamentales facultadas en la materia, deben asegurarse de la debida competencia de los evaluadores de riesgos involucrados en estos estudios, para garantizar no sólo su capacidad técnica sino su probidad.

---

<sup>35</sup> Idem nota 32

### 8.3. Aspectos económicos, territoriales y sociales

La dimensión económica de la contaminación provocada por el manejo y disposición inadecuados de materiales y residuos peligrosos, así como de la remediación de los sitios contaminados, sólo puede apreciarse si se considera el gran número de éstos que existen en el país, la vulnerabilidad de las zonas en las que se encuentran, los daños que pueden provocar en la salud humana y los ecosistemas, la depreciación de los bienes de quienes residen a su alrededor y las implicaciones sociales e incluso políticas que de ello derivan.

Al formular políticas públicas para atender la problemática asociada a la contaminación y remediación de sitios afectados por el manejo y disposición inadecuados de materiales y residuos peligrosos, es preciso tener en cuenta y entender las implicaciones económicas, de desarrollo urbano y sociales, asociadas a esta problemática y a las decisiones que al respecto se adopten.

Para los economistas, la contaminación de sitios por materiales y residuos peligrosos constituye un *diseconomía externa* que se produce en *economías de mercado*, como resultado de *fallas en el mercado*. Esto debido al hecho de que los precios privados que se asignan a productos y servicios que involucran sustancias tóxicas o peligrosas, no reflejan los costos externos o los beneficios que éstos conllevan (por ejemplo para el ambiente y la salud) y los mercados fallan en proporcionar suficientes incentivos para el control cuidadoso de las sustancias tóxicas o la disposición adecuada de los residuos que las contienen, con lo cual se distribuyen en el resto de la sociedad los efectos negativos de prácticas inapropiadas. Con ello se han creado grandes números de sitios contaminados, cuya limpieza no se realiza por el alto costo que representa.<sup>36</sup>

En los países que han legislado en la materia y establecido con precisión la responsabilidad de quienes han provocado la contaminación, así como hasta dónde se extiende tal responsabilidad, se han ido identificando diversas consecuencias económicas y de otra índole, derivadas de ello, como las que se refieren en el Cuadro 30.

<sup>36</sup> G.W. Page. Contaminated Sites and Environmental Cleanup. International Approaches to Prevention, Remediation, and Reuse. Academic Press. 1997.

**Cuadro 30. Implicaciones de la Contaminación de Sitios con Materiales y Residuos Peligrosos y de su Remediación**

Implicaciones	Observaciones
<p><b>Económicas</b></p> <p>Efectos en las instituciones bancarias</p> <p>Efectos en los servicios de bienes raíces</p> <p>Sitios Cafés</p> <p>Efectos en aseguradoras</p>	<p>Cuando se establecen legislaciones que hacen responsables solidarios a todos aquellos que se ven involucrados en actividades contaminantes de sitios, como las instituciones bancarias que embargan este tipo de propiedades ante el incumplimiento del pago de préstamos, estas instituciones terminan adquiriendo con ello la responsabilidad de limpiarlos. Esto ha conducido a que los bancos limiten sus préstamos o los condicionen, para evitar tener que pagar por remediaciones. En países en los que aplica el principio del que contamina paga, la comercialización de terrenos o propiedades contaminadas involucra responsabilidades ante la Ley, baja su precio y dificulta su venta.</p> <p>Estos efectos pueden extenderse a las propiedades vecinas. Esto obliga a evaluar la situación, a informar al respecto a los compradores potenciales y, en su caso, a convenir formas de enfrentar la responsabilidad y el costo de limpiar los sitios contaminados.</p> <p>Así se denominan los sitios contaminados que ya nadie usa, que frecuentemente se encuentran en zonas urbanas en proceso de desarrollo y a los que las legislaciones ambientales imponen restricciones que dificultan su comercialización. En los países más industrializados, se han establecido programas que los involucran y que persiguen su revalorización tras su remediación, estableciendo para ello nuevas disposiciones legales que lo permiten e incentivándose a empresas de bienes raíces o constructoras a limpiarlos y comercializarlos. .</p> <p>Las empresas aseguradoras se han visto involucradas al tener que hacer frente a reclamos por consecuencias de la contaminación provocada por actividades ya aseguradas, o al tener que establecer seguros para proyectos de actividades potencialmente contaminadoras, que cubran los costos de posibles acciones futuras de remediación: La incertidumbre acerca de la magnitud de los costos derivados de la remediación, así como los procesos litigiosos creados en algunos países como consecuencia de la asignación de responsabilidades al respecto se han constituido en desincentivos para que las aseguradoras intervengan en estos casos.</p>
<p><b>Territoriales</b></p>	<p>En el pasado se crearon parques industriales que quedaron en medio de las áreas urbanas, en tanto que en el presente existen otros arreglos entre industrias relacionadas que no requieren que estén ubicadas en un mismo sitio. Ambas situaciones tienen consecuencias en cuanto a las posibilidades de contaminación y remediación de los sitios contaminados. En el primer caso, los terrenos en los que se encuentran instalaciones industriales o de servicios abandonadas y contaminadas, tienen un valor potencial que puede ser recuperado mediante su remediación. En ambos casos, se requieren establecer políticas para hacer frente a los problemas en esta materia, las cuales deben involucrar tanto a las autoridades ambientales como a las responsables de la planeación del desarrollo urbano. Además, se deben tomar en cuenta cuestiones de <i>equidad</i> y de <i>justicia ambiental</i>.</p>
<p><b>Sociales</b></p>	<p>La globalización de la economía y los nuevos arreglos en la distribución espacial de las actividades productivas potencialmente contaminantes, están teniendo impactos sociales relevantes. Entre estos impactos se encuentra el derivado de la distribución no equitativa de estas actividades o el abandono de instalaciones contaminantes en zonas en las que viven o terminan viviendo poblaciones marginadas por su condición económica, raza u otras razones de carácter social, lo cual plantea problemas de <i>justicia ambiental</i>. Aunado a ello, estas zonas se convierten en lugares en los cuales se practican diversos tipos de ilícitos, incluyendo el vertimiento de residuos peligrosos, la venta de drogas o el robo y el asesinato.</p>

Cuando los mercados no reflejan de manera adecuada los costos sociales verdaderos de la liberación de contaminantes tóxicos al ambiente, se vuelve necesaria y obligatoria la

intervención de los gobiernos para proteger la salud de la población, a los ecosistemas y a los bienes de la sociedad. Esta intervención puede extenderse para cubrir la prohibición de la importación de residuos peligrosos, para evitar que se genere un tráfico de este tipo de residuos que conduzca a la creación de nuevos sitios contaminados y problemas ambientales.

La intervención de los gobiernos comprende aspectos como:

- La formulación de políticas que induzcan cambios positivos en el comportamiento de los agentes económicos contaminantes y la internalización de los costos ambientales de sus actividades;
- La eliminación de las barreras legales que obstaculizan o dificultan la remediación y valorización de los sitios contaminados;
- El establecimiento de incentivos económicos para fomentar la inversión destinada a remediar, valorizar y desarrollar las zonas contaminadas.
- La penalización de quienes desarrollen actividades que conducen a la creación de nuevos sitios contaminados.
- La definición y desarrollo de criterios, lineamientos, procedimientos y, en su caso, normas para la caracterización, evaluación de los riesgos y remediación de los sitios contaminados.

La experiencia de otros países en este campo puede servir de referencia para anticipar y prevenir que se produzcan distorsiones económicas o situaciones que hagan más conflictiva la situación de los sitios contaminados que la que actualmente es.

En los países en los cuales se ha establecido la responsabilidad legal solidaria de quienes compren propiedades contaminadas, este hecho ha desencadenado respuestas positivas tales como las siguientes:

- Los propietarios se ven obligados a evaluar la magnitud y posibles consecuencias de la contaminación de sus instalaciones.
- Los interesados en adquirir propiedades industriales o de empresas de servicios se aseguran de solicitar y evaluar la información respecto al estado de las instalaciones y terrenos para guiar sus decisiones.
- Las instituciones financieras condicionan sus préstamos a empresas involucradas en situaciones de contaminación de sus propiedades.
- Las aseguradoras establecen primas más altas a las actividades potencialmente contaminantes.

Sin embargo, se da el caso de que las autoridades locales se nieguen a bardear o vigilar propiedades contaminadas abandonadas, para no verse involucradas en situaciones de responsabilidad ante posibles daños derivados de dicha contaminación.,

Por lo general, se ha encontrado que las legislaciones ambientales tradicionales no favorecen la remediación de los sitios contaminados e incluso se pueden constituir en barreras o elevar desmesuradamente los costos de la remediación, por lo cual se han tenido que desarrollar instrumentos regulatorios apropiados para incentivar estos procesos y evitar que la sociedad y las generaciones futuras hereden problemas de contaminación que ponen en riesgo su salud y bienestar, y que privan de aprovechar productivamente los terrenos contaminados.

Países en los cuales el sistema jurídico desalienta la litigación en torno a los sitios contaminados (como es el caso de Alemania), parecen tener mayor éxito en fomentar la limpieza de los sitios contaminados y en evitar que se eleven los costos de transacción como consecuencia de rigideces jurídicas. En estos casos, las decisiones respecto a la prioridad que debe acordarse a la remediación de un sitio contaminado y al grado de limpieza que debe alcanzarse, suelen tomarse con la participación de jueces especiales familiarizados con el tema, así como de expertos en la materia y empleando como estrategia el que el perdedor pague al ganador del litigio, con lo cual se incentiva el que lleguen a un arreglo antes de que se realice un juicio.

También, se ha explorado la posibilidad de crear fondos a partir de los ingresos por seguros (insurance trust funds) o provenientes de impuestos, para pagar el costo de las remediaciones, reducir los costos de transacción y facilitar a los contaminadores la limpieza de sus propiedades, mediante convenios. Asimismo, se realizan intentos para involucrar a las aseguradoras en la creación de corporaciones dedicadas a la remediación de sitios contaminados, que se ocupen de comprarlos, supervisar su limpieza y de indemnizar a los futuros desarrolladores de las propiedades para su comercialización.

En conclusión, puede decirse que:

- Los sitios contaminados conllevan implicaciones económicas, ambientales y sociales para la sociedad y las generaciones futuras, lo cual obliga a formular e instrumentar políticas al respecto que trascienden al sector ambiental.
- Es indispensable la intervención del gobierno, tanto para formular las políticas, como para eliminar las barreras legales o crear las condiciones jurídicas para facilitar la remediación y valorización de los sitios contaminados.
- Se deben reducir al máximo los costos de transacción involucrados en los procesos de remediación de sitios contaminados y promover la internalización de los costos ambientales por parte de los agentes económicos contaminantes, tanto como sea posible
- Debe evitarse caer en la parálisis y dejar a las generaciones futuras el problema de limpiar los sitios contaminados identificados en el presente.
- El establecimiento de políticas y legislaciones de carácter preventivo, contribuye de manera definitiva a evitar que se sigan creando sitios contaminados.
- Al diseñar o formular las políticas en la materia, es preciso involucrar a los diferentes agentes económicos que serán afectados o beneficiados por ellas.
- La investigación de las implicaciones ambientales, sanitarias, económicas, sociales y territoriales de las decisiones que se adopten en relación con la remediación de los sitios contaminados, puede ayudar a tomar mejores decisiones en el futuro.
- Las políticas destinadas a reducir el número de trámites para obtener autorizaciones gubernamentales a actividades productivas potencialmente contaminantes y el tiempo dedicado a ello, deben acompañarse del desarrollo e implantación de instrumentos que prevengan la contaminación y que permitan llevar a cabo la limpieza de los sitios contaminados por ellas, en caso de que se generen.
- Las autoridades involucradas en la planeación del desarrollo urbano y en la emisión de permisos relacionados con los usos del suelo, requieren establecer incentivos para la valorización de sitios contaminados (*sitios cafés*), a fin de evitar

que su comercialización compita desfavorablemente con la de los sitios no contaminados (*sitios verdes*).

- La creación de infraestructura para el manejo de los residuos peligrosos y la accesibilidad de ésta para los pequeños generadores (en términos de facilidad para hacer uso de ella, de distancias respecto a los generadores y de costos), es un aliciente para prevenir que se generen sitios contaminados.

El establecimiento de instrumentos económicos para crear fondos destinados a la limpieza de sitios contaminados, es un mecanismo estratégico para incrementar la posibilidad de llevar a cabo la remediación de estos sitios, sobre todo cuando se desconoce su propietario, se encuentran abandonados o los propietarios carecen de los recursos para ello.

## 8.4. Aspectos técnicos

Los costos de la remediación no son lineales ni iguales de un sitio a otro. El costo de incrementar la eliminación de contaminantes de un 90 a un 95%, pueden ser varias veces mayores que los de remover el 90% inicial.

Al definir los campos de acción de la política ambiental respecto a la remediación de sitios contaminados con sustancias y residuos tóxicos o peligrosos, no pueden dejarse de lado los aspectos tecnológicos involucrados, porque éstos son uno de los factores que contribuyen a la complejidad del problema, aunque para algunos países y en algunas circunstancias, no sean necesariamente los más limitantes.

El término remediación implica el desarrollo de acciones tendentes a limpiar un sitio contaminado para tratar de volver, en la medida de lo posible, al estado en el que se encontraba antes de haber sido contaminado. Con este fin, se ha desarrollado una variada gama de tecnologías, en respuesta a las necesidades cambiantes de un sitio y circunstancias a otros, en función de factores tales como:

- Las características de los sitios,
- Los tipos, cantidades y formas en las que se presentan las sustancias tóxicas contaminantes;
- El nivel de limpieza que se busque alcanzar;
- Los recursos financieros de los que se disponga;
- La velocidad con la que se quiera llevar a cabo la remediación;
- La efectividad y grado de seguridad de las mismas tecnologías; y
- La percepción y aceptación social respecto a las opciones tecnológicas.

En los Cuadros 31 y 32 se resumen las tecnologías más empleadas en la remediación de sitios contaminados, basadas en el confinamiento o en el tratamiento de los suelos y materiales contaminados, y se resaltan algunas de sus características relevantes para la definición de políticas en la materia.

Aunque el confinamiento no constituye un método definitivo para resolver los problemas creados por la contaminación de sitios con sustancias o residuos tóxicos, pues no es un

método infalible que prevenga a largo plazo la migración de los contaminantes fuera del sitio, constituye una de las opciones más económicas y puede ser complementado con tratamientos que neutralicen y/o estabilicen las sustancias tóxicas. Cabe señalar, que la forma de realizar el confinamiento de los suelos y materiales contaminados varía dependiendo del sitio y del tipo de sustancias tóxicas contaminantes. Por ejemplo, cuando los contaminantes son principalmente metales potencialmente tóxicos, su confinamiento se realiza tras de mezclar el suelo contaminado con polvo de los hornos de cemento para crear una material solidificado, que se recubre con membranas de polietileno de alta densidad y una cubierta de cemento reforzado.

**Cuadro 31. Ejemplos de Alternativas de Confinamiento de Suelos y Materiales Contaminados Aplicadas en Actividades de Remediación**

<b>Alternativas</b>	<b>Características</b>
Confinamiento en el sitio contaminado	Esta opción puede ser viable cuando el tipo de residuos peligrosos o sustancias tóxicas contaminantes no se encuentran en forma fácilmente disponible o movilizable fuera del lugar, son susceptibles de confinarse, no existen condiciones de alta vulnerabilidad en el entorno, ni se dispone de recursos suficientes para movilizar los suelos y materiales contaminados y éstos representan un gran volumen.
Confinamiento de materiales excavados y transferidos de otro sitio en la misma instalación	Ésta constituye una alternativa cuando se dispone de grandes espacios dentro del sitio contaminado y de áreas que presentan las condiciones requeridas para instalar un confinamiento, así como cuando existen razones fundamentadas para no dejar los suelos y materiales contaminados en el lugar en el que se encuentran.
Confinamiento fuera del sitio de los materiales excavados.	La cercanía de poblaciones o ecosistemas vulnerables, el tipo y volúmenes de sustancias tóxicas contaminantes de un sitio, y/o los usos que se busquen dar a los suelos remediados, no hacen conveniente su confinamiento en el lugar, entonces se suele optar por llevarlos a confinar a otro sitio, con los consecuentes gastos y requerimientos de seguridad asociados a su transporte.

El uso de tecnologías de tratamiento, está orientado a eliminar, reducir la cantidad o transformar los contaminantes tóxicos, para evitar o disminuir los riesgos que éstos representan para la población o para los ecosistemas, sin crear con ello condiciones en las que éstos puedan transferirse de un medio a otro, como ocurriría si se solubilizan e infiltran en los suelos hacia los acuíferos o si no se realiza una incineración completa y controlada de los mismos, liberándose como consecuencia sustancias tóxicas al aire.

**Cuadro 32. Ejemplos de Tratamientos Empleados en la Remediación de Sitios Contaminados**

Tipos de Tratamientos	Características
Incineración	Este método de oxidación térmica, es empleado comúnmente para tratar suelos o materiales contaminados con compuestos orgánicos, con el propósito de detoxificarlos con una eficiencia de un 99.99% y de reducir su volumen; existiendo incineradores móviles.
Desorción térmica	Estas técnicas emplean calor para desorber compuestos orgánicos del suelo y condensarlos para capturarlos y disponer de ellos. Contrariamente a la incineración, no queman este tipo de compuestos y no producen subproductos de combustión, como las dioxinas que pueden generarse durante procesos ineficientes de incineración. Contaminantes que contienen cloro, como los bifenilos policlorados o BPC's, tras su condensación son dechlorinados para reducir su toxicidad antes de enviarlos a sitios de disposición final. También mediante este método, se pueden recuperar compuestos orgánicos para ser reciclados.
Tratamientos post extracción de los materiales contaminados	En este caso, se remueven físicamente los suelos o aguas contaminados, para llevarlos a otro sitio dentro o fuera de las instalaciones en las que se encuentran, para su tratamiento. Los tratamientos que se aplican puede incluir: Filtración a través de cal y/o carbón activado, que remuevan partículas y contaminantes tóxicos, respectivamente; Torres de aeración (stripping) para remover compuestos volátiles; Tratamiento con rayos ultravioleta, ozonización o uso de peróxido para oxidar compuestos orgánicos; Precipitación para remover metales. Extracción de vapor del suelo, combinada con aeración (air stripping) y captura de compuestos orgánicos; Solidificación y/o estabilización para inmovilizar contaminantes en una matriz sólida. La vitrificación estabiliza y reduce la concentración de los contaminantes inorgánicos en el suelo (no suele ser efectiva para contaminantes orgánicos).
Bioremediación	Con este nombre se conocen los métodos de remediación en los que se emplean microorganismos y que pueden aplicarse <i>in situ</i> o tras haber excavado y transferido los suelos contaminados a otro sitio. A través de su aplicación se busca degradar, detoxificar, alterar y reducir el volumen de contaminantes, manipulando diversos parámetros físicos, químicos o biológicos. Este método puede emplearse sólo o en combinación con otros de los tratamientos antes mencionados.

Ninguna de las tecnologías referidas en el cuadro anterior es cien por ciento efectiva ni aplicable en todos los casos, y todas ellas demandan que se establezcan monitoreos ulteriores de los sitios remediados para vigilar que no reaparezcan los contaminantes (como puede suceder cuando se aplican tecnologías de volatilización de compuestos orgánicos o de aeración de los suelos contaminados con ellos) y que se produzcan fenómenos de lixiviación (como cuando se estabilizan o encapsulan en cemento los contaminantes del suelo). Además de esas tecnologías existen otras como el lavado de suelos y la fitoextracción y otras más se encuentran en desarrollo por tratarse este de un campo en plena evolución. Un ejercicio a realizar al respecto (como una de las acciones de la política), sería la determinación de las ventajas, desventajas, costos, riesgos colaterales, factibilidad de aplicación, accesibilidad, aceptación social, así como de los casos específicos en los cuales conviene aplicar estas técnicas.

Un caso particular a mencionar por su relevancia, es el de los suelos contaminados con compuestos orgánicos conocidos como Líquidos Ligeros en Fase no Acuosa (conocidos como LNAPL's por sus siglas en inglés), entre los que se encuentra la gasolina y otros combustibles, los cuales no son capturados de manera efectiva por las técnicas de bombeo y extracción. En estos casos, se ha empleado con éxito la aplicación de aire

presurizado combinado con la solidificación de los LNAPL's para evitar su migración o mezcla con el agua, así como la bioremediación. A este respecto, también convendría realizar un ejercicio de análisis para determinar los tratamientos o la forma de manejo más adecuada de otro tipo de contaminantes ubicuos como son otros compuestos orgánicos volátiles o semivolátiles, metales pesados potencialmente tóxicos o plaguicidas, por citar algunos.

La bioremediación suele ser percibida por la población como una técnica amigable que recurre al empleo de condiciones que se dan en la naturaleza para llevar a cabo procesos de degradación, sin embargo, cuando se hacen intervenir organismos genéticamente modificados el panorama cambia, en particular si se trata de microbios degradadores del petróleo y sus derivados, pues se teme que de liberarse en la naturaleza y proliferar abundantemente, puedan constituir una amenaza para las reservas petroleras del mundo. Una de las ventajas de este método es su costo, que habitualmente es inferior al de los otros tratamientos, sobre todo, porque puede realizarse in situ economizando los costos de bombear, excavar y transferir los suelos y materiales contaminados a otro sitio. La desventaja del método deriva de la tardanza que puede implicar la limpieza de un sitio que se requiere remediar rápidamente por razones de riesgo o por la presión pública al respecto.

A manera de resumen y conclusión respecto a las cuestiones antes señaladas, podría decirse que:

- El desarrollo tecnológico en materia de remediación de suelos está lejos de haberse completado, lo cual plantea la necesidad de seguir alentando la investigación en este campo, sobre todo buscando desarrollar tecnologías que sean costo-efectivas y socialmente aceptables..
- Las condiciones cambiantes de un sitio contaminado a otro, de una región de un país a otra y de un país a otro, hacen indispensable el registro de las experiencias derivadas de las remediaciones para crear una memoria y derivar lecciones que orienten a los tomadores de decisiones.
- La complejidad del tema hace necesaria la intervención de especialistas en múltiples disciplinas y un entrenamiento riguroso de quienes intervienen en los procesos de remediación de sitios contaminados.
- La decisión sobre qué tecnologías utilizar en un caso dado, debe de adoptarse ponderando diversos criterios, entre los cuales destacan: la efectividad de las tecnologías para reducir los riesgos, su costo, disponibilidad, facilidad de aplicación, rapidez con la que permiten obtener resultados y su aceptación social.

Las políticas en la materia juegan un papel decisivo en el desarrollo de este campo, siempre y cuando alienten la investigación y no inhiban la innovación tecnológica tendente a identificar formas costo-efectivas para remediar los sitios contaminados, que sean además aceptadas por la sociedad.

## **9. POLÍTICA AMBIENTAL RESPECTO A SITIOS CONTAMINADOS**

A continuación se exponen diversas consideraciones y propuestas en torno a los campos de acción que podría cubrir una política ambiental de México orientada a prevenir o reducir los riesgos para la salud y el ambiente que pudieran derivar de la existencia de sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos.

Estas consideraciones y propuestas, derivan del análisis de todas las cuestiones que han sido formuladas a lo largo de este documento, así como de la consulta a un grupo de personas que cuentan con diversos tipos de experiencias y conocimientos en la materia, las cuales leyeron el documento y contribuyeron a un ejercicio de deliberación al respecto.

Ante todo, se han tenido en cuenta los aspectos siguientes:

- México es un país constituido por una gran variedad de regiones con características peculiares que determinan diversos grados de vulnerabilidad ante la contaminación por agentes tóxicos y peligrosos.
- Existe una responsabilidad compartida pero diferenciada, de todos los sectores sociales, respecto a la contaminación de sitios por el manejo y disposición inadecuada de los materiales y residuos peligrosos, que demanda su participación informada en la búsqueda de soluciones a los problemas que éstos plantean.
- En los últimos diez años se han acumulado experiencias valiosas en materia de identificación, caracterización y remediación de sitios contaminados y desarrollado múltiples instrumentos de gestión adecuados para el propósito que se persigue o perfectibles.
- La legislación ambiental actual es insuficiente para sustentar la prevención de la contaminación y la gestión de los sitios contaminados e incluso en algunos aspectos se constituye en una barrera para el logro de la remediación de tales sitios.
- Los sitios contaminados con sustancias tóxicas o peligrosas representan riesgos tanto a la salud y al ambiente que es preciso prevenir o reducir, lo cual demanda el involucramiento de las autoridades sanitarias y ambientales competentes.
- La evaluación de riesgos a la salud y a los ecosistemas derivados de la exposición a contaminantes tóxicos o peligrosos hace necesario el desarrollo y aplicación de metodologías que, aunque previstas en la legislación ambiental y sanitaria, no han sido establecidas y utilizadas en el marco de la caracterización y remediación de sitios contaminados.

- La dimensión del problema que significa el número elevado de sitios contaminados en el país, hace necesario el establecimiento de criterios para determinar el grado de prioridad que debe asignárseles para su posible remediación.
- Dado que los residuos peligrosos durante años se han mezclado con la basura doméstica y depositado con ésta en sitios inapropiados, muchos de estos sitios pueden considerarse como candidatos a caracterización para su posible remediación, en caso de constituir un riesgo inaceptable para la salud y el ambiente.
- La naturaleza conflictiva y contenciosa de las políticas en materia de remediación de sitios contaminados y la extrema dificultad de reducir los riesgos que estos representan de manera a satisfacer a los posibles interesados, requieren de un esfuerzo significativo de comunicación pública.
- El factor económico es uno de los elementos limitantes para llevar a cabo la limpieza de los sitios contaminados y demanda ser considerado para que no se constituya en la barrera que impida lograr los niveles de protección a la salud de la población y al ambiente requeridos; asimismo, incide en la búsqueda de mecanismos para lograr el aprovechamiento con fines productivos de los suelos contaminados y remediados.

## **9.1. Ámbito, enfoque, objetivos y alcances de los campos de acción**

### **a) Ámbito**

El ámbito de acción de la política respecto a sitios contaminados destinada a proteger la salud de la población y al ambiente es muy amplio, en la medida que éstos pueden adoptar diferentes formas al constituir, por ejemplo: sitios activos en los cuales se sigue produciendo contaminación o que representan pasivos ambientales resultado de décadas de acumulo de residuos o liberación de contaminantes en el entorno de actividades diversas; al ser propiedad de personas físicas o morales fácilmente identificables o por el contrario ser sitios abandonados en donde se desconoce quien los contaminó y posee la propiedad de los terrenos.

Por lo anterior, se ha considerado pertinente proceder por etapas y considerar al presente trabajo como la primera de ellas, dirigida a cubrir la contaminación provocada por el manejo y disposición inadecuados de materiales y residuos peligrosos dentro de las instalaciones de los establecimientos industriales y de servicios.

### **b) Enfoque**

El enfoque está centrado en identificar campos de acción que contribuyan a fomentar y sustentar el manejo ambientalmente efectivo, económicamente factible y socialmente

aceptable de los sitios contaminados, así como y, en la medida de lo posible, el aprovechamiento de estos sitios para fines productivos.

### c) Objetivos

**El objetivo principal** de los campos de acción de la política ambiental respecto a los sitios contaminados que aquí se plantean, es contribuir a prevenir o reducir los riesgos para la salud de las poblaciones y los ecosistemas, que pudieran derivar de la movilización y la exposición a las sustancias tóxicas o peligrosas contaminantes que en ellos se encuentran.

**El objetivo estratégico** consiste en recuperar los sitios contaminados para valorizarlos y darles un uso productivo.

**Los objetivos particulares** comprenden los siguientes:

- Definir los problemas ambientales y sanitarios que se buscan resolver mediante las acciones de política propuestas.
- Establecer un marco de referencia nacional, basado en principios, criterios, definición de instrumentos de gestión y planteamiento de líneas estratégicas, que pueda servir de guía a los tomadores de decisiones involucrados en la atención a los sitios contaminados en establecimientos industriales y de servicios a nivel local.
- Plantear mecanismos que faciliten una coordinación efectiva entre las autoridades ambientales y sanitarias con competencia en la materia, que potencie los alcances de las políticas respectivas de cada sector y permita el logro de los objetivos de manera eficiente y compatible con el proceso de mejora regulatoria.
- Abrir espacios para la integración de esta política ambiental y sanitaria en materia de sitios contaminados en instalaciones de establecimientos industriales y de servicios, con las relativas al desarrollo urbano, económico e industrial de las entidades federativas y municipios, en el marco de los planes de ordenamiento ecológico del territorio y de desarrollo sustentable.
- Propiciar el manejo ambientalmente adecuado y la valorización de los sitios contaminados dentro de establecimientos industriales y de servicios, mediante el uso de instrumentos de política, incluyendo los de carácter económico.
- Fomentar la consolidación de los mercados ambientales de servicios en materia de remediación de sitios contaminados, de calidad y alto desempeño ambiental.
- Alentar la investigación científica y el desarrollo e innovación tecnológica en este campo, así como la formación de recursos humanos especializados.
- Formular estrategias para abrir vías de comunicación con las poblaciones que residen alrededor de los establecimientos industriales y de servicios que tienen

- sitios contaminados y faciliten su participación en la definición de las mejores alternativas posibles para contener o remediar la contaminación.
- Desarrollar un sistema de información en materia de gestión de sitios contaminados que facilite la toma de decisiones, sirva de base para evaluar el desempeño de dicha gestión y permita dar a conocer al público la situación al respecto.
  - Fortalecer el marco regulatorio en la materia.

## **d) Alcances**

Los alcances de este trabajo se limitan a:

1. Proporcionar un marco conceptual, jurídico e institucional, que sustente la propuesta de campos de acción de la política ambiental respecto a sitios contaminados localizados en establecimientos industriales y de servicios, lo cual se ha cubierto en los capítulos precedentes de este documento, y
2. Hacer una propuesta de campos de acción de la política ambiental en la materia, la cual se incluye en este capítulo.

## **9.2. Mecanismos de coordinación entre autoridades ambientales y sanitarias**

La revisión del marco regulatorio ambiental y sanitario aplicable a la gestión de los sitios contaminados, hace ver que no pueden establecerse criterios o normas relativas a los niveles máximos de presencia de sustancias tóxicas en los sitios remediados sin la intervención de las autoridades competentes de la Secretaría de Salud, ya que el propósito que persiguen éstos es la protección de la salud humana de los riesgos que podrían derivar de la movilización de dichas sustancias fuera de ellos y de la exposición de las poblaciones vecinas. Lo cual implica también, que los métodos y procedimientos para evaluar, interpretar, manejar y comunicar los riesgos a la salud de la exposición potencial a las sustancias tóxicas contenidas en los sitios contaminados, sean desarrollados con la intervención de especialistas de las dos dependencias involucradas: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría de Salud.

Por lo anterior, se considera pertinente que la formulación e instrumentación de la política ambiental en materia de remediación de sitios contaminados, se realice con la intervención de las autoridades ambientales y sanitarias correspondientes; al igual que deben formularse coordinadamente las Normas Oficiales Mexicanas pertinentes y buscarse la congruencia, consistencia y complementariedad de las disposiciones que en la materia se establezcan en las leyes y reglamentos respectivos.

La experiencia exitosa de coordinación entre estas dos instancias gubernamentales federales, en el marco de los Programas de Calidad del Aire, en donde las medidas de intervención se establecen con base en criterios de prevención de riesgos a la salud, muestra que esto no sólo es necesario, sino que permite crear sinergias. Además, no se puede dejar de lado que los programas ambientales que más apoyo público han tenido son aquellos en los cuales se han puesto en evidencia los beneficios para la salud humana que de ellos pueden derivar.

Es importante resaltar el hecho de que en materia de salubridad general, se ha llevado a cabo un proceso de descentralización que ha puesto en manos de las autoridades sanitarias estatales las responsabilidades respecto a la protección de la salud humana en relación con los factores ambientales que la amenazan, razón por la cual será necesario establecer mecanismos de coordinación que involucren también a estas autoridades.

### **9.3. Universo de sitios contaminados en establecimientos industriales y de servicios**

Antes de entrar en materia respecto a los posibles problemas ambientales que conlleva la existencia de sitios contaminados localizados en establecimientos industriales y de servicios, conviene visualizar el universo al que se hace referencia y algunas de sus características más relevantes. Por ejemplo, es importante mencionar que estos sitios se pueden encontrar en establecimientos industriales y de servicios:

- Cuyas instalaciones datan de décadas atrás y se encuentran ubicadas en zonas urbanas que originalmente fueron de uso del suelo destinado exclusivamente a actividades de esta índole, que solían encontrarse en la periferia de las ciudades, pero que en la actualidad han quedado rodeadas por zonas residenciales, comerciales o de usos mixtos;
- De desarrollo reciente y ubicados en zonas urbanas de uso mixto del suelo,
- Ubicados en parques industriales de antigua o reciente creación; y
- Que se encuentran en zonas semirurales desde décadas atrás o recientemente.

Lo anterior es relevante, en cuanto plantea situaciones diferentes respecto a la magnitud de los problemas de contaminación que pueden existir en ellos, tomando únicamente en cuenta la antigüedad con la cual se fueron creando pasivos ambientales en forma de residuos peligrosos acumulados dentro de las instalaciones industriales y de servicios, y se fueron generando sitios contaminados.

Esta categorización de los establecimientos que pueden tener sitios contaminados es además relevante, desde la perspectiva de la vulnerabilidad del entorno y de la existencia de receptores humanos o de ecosistemas sensibles en la cercanía, si se complementa con la determinación de la posición geográfica que ocupan dichos establecimientos.

Otra forma de agrupar a las posibles fuentes de contaminación a las que se hace referencia, es por la dimensión de sus actividades, considerando uno o varios de los

elementos siguientes, su contribución al Producto Interno Bruto (PIB), su número de empleados, el volumen anual de residuos peligrosos que generan, su clasificación de acuerdo a su contribución a la contaminación al aire a través de sus emisiones a la atmósfera o sus descargas contaminantes a los cuerpos de agua receptores.

Asimismo, puede utilizarse otra forma adicional de clasificación, con base a los sectores, subsectores y giros económicos a los que pertenezcan, lo cual, además, puede permitir inferir el tipo de materiales y residuos peligrosos que involucran sus actividades.

Respecto a todas estas cuestiones, existen censos, registros, bases de datos y múltiples estudios, en los cuales apoyarse. A lo cual se suma la información recabada por las autoridades ambientales y sanitarias:

- En el proceso de emisión de licencias y permisos;
- En las visitas de inspección;
- En las auditorías ambientales;
- En los manifiestos, reportes e informes de generadores y empresas de servicios de manejo de residuos peligrosos;
- En las cédulas de operación anual.

Cabe señalar que salvo en el caso de los establecimientos generadores de residuos peligrosos, cuya regulación y control es exclusivamente competencia federal, los demás establecimientos pueden o no serlo, tanto desde la perspectiva de la obtención de autorizaciones en materia de impacto ambiental como de licencias de funcionamiento, lo cual debe de tenerse en cuenta al establecer programas para fomentar la remediación de los sitios contaminados con residuos peligrosos en sus instalaciones.

#### **9.4. Problemas ambientales y sanitarios a considerar**

Aún cuando puede haber una gama amplia de posibles problemas asociados con la contaminación de sitios con materiales y residuos peligrosos, para los fines que persigue esta propuesta de política ambiental en la materia, sólo se considerarán:

- Los relacionados con sustancias tóxicas contaminantes, particularmente tratándose de sustancias persistentes y bioacumulables.
- Los derivados de la movilización de dichas sustancias hacia los cuerpos de agua subterráneos o superficiales de los que se abastece la población.
- Los asociados a la volatilización o al arrastre de las sustancias tóxicas por el viento, hacia posibles receptores.
- Los que podrían resultar de contingencias que den lugar a explosiones, incendios o formación de nubes tóxicas con alcances fuera de los sitios contaminados.
- Los resultantes de la reactividad de los residuos peligrosos contaminantes.

A manera de ejemplo, se recordarán casos concretos que han involucrado algunas de estas situaciones:

- Quemaduras en personas que ingresaron en lotes baldíos en los que se abandonaron residuos en los suelos, los cuales provocaron una reacción exotérmica que elevó considerablemente la temperatura (Tlanepantla, Estado de México).
- Contaminación de acuíferos y exposición de la población aledaña a los residuos conteniendo cromo VI depositados para tapar baches en las calles vecinas por una empresa productora de cromo cuyos trabajadores mostraron signos y síntomas de intoxicación por ese metal (Tultitlán, Estado de México).
- Incendio, emisión de gases sulfurosos y arrastre de residuos conteniendo azufre hacia cuerpos de agua superficial, en un sitio abandonado de una empresa productora de azufre (Jalpan, Veracruz).
- La muerte accidental de un joven que cayó dentro de un depósito de residuos conteniendo restos de ácido sulfúrico, en un confinamiento no controlado ni protegido establecido por una industria (Salamanca, Guanajuato).

## 9.5. Aspectos logísticos y estratégicos

La dimensión y complejidad del problema que se busca abordar, los escasos recursos humanos de los que disponen las áreas responsables de la gestión de los sitios contaminados en las dependencias de gobierno involucradas o a involucrar, la carga de trabajo de éstas áreas, los límites que impone el cambio de administración en el Gobierno Federal y Gobiernos estatales (seis años) y en los municipales (tres años), así como los recursos financieros de los que disponen, son factores limitantes que se deben tener en cuenta al formular los programas que permitirán instrumentar la política que aquí se propone.

Asimismo, existen limitaciones legales para realizar algunas de las acciones consideradas en esta política, tanto por vacíos regulatorios, como por la existencia de disposiciones que se constituyen en barreras para el logro de los objetivos de la política y que sólo podrán ser sorteadas con las reformas a las leyes, por lo menos a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente o con la promulgación de una nueva ley que considere los elementos que son necesarios para la implantación exitosa de esta política.

En estas circunstancias, la política prevé trabajar en dos tipos de escenarios, el de la situación actual en la que existen distintas restricciones y el que pudiera darse si algunas de ellas, sobre todo las legales, se superan.

En cualquiera de los casos, se ha considerado pertinente desarrollar una estrategia de instrumentación de la política en la materia, en la cual se avance por etapas, la primera de las cuales sería la formulación e implementación de un proyecto piloto a nivel de una entidad federativa, en el cual se prueben a través de su aplicación, diversos de los instrumentos de gestión, al promover una o varias de las líneas estratégicas que plantea la política aquí descrita.

De igual manera, la ejecución de la política descansa en la creación de sinergias con otros programas que persiguen metas coincidentes o relacionadas, como son el Programa de Calidad del Aire, el Programa de Minimización y Manejo Integral de

Residuos Industriales Peligrosos, y los orientados a fomentar la producción más limpia y la competitividad industrial, por citar algunos. Puesto que varios de estos programas se están desarrollando en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), se piensa que el Distrito Federal sería una buena opción para desarrollar el proyecto piloto al que se hace referencia, ya que además es una entidad densamente industrializada y poblada, que ha sido ampliamente estudiada respecto a cuestiones relevantes para el proyecto y su cercanía respecto de los órganos gubernamentales a cargo de los cuales estaría su ejecución, reduciría los costos de transacción.

Aunado a lo anterior, se propone coordinar las actividades que se desarrollan mediante la asistencia técnica y financiera que brindan a México diferentes organismos internacionales de cooperación y alentar la formación de alianzas y redes de cooperación con los distintos actores y sectores sin cuya participación no podría implementarse exitosamente la política aquí considerada.

## **9.6. Principios, criterios e instrumentos de gestión**

### **a) Principios**

Además de los previstos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para la instrumentación de los campos de acción de la Política que aquí se proponen, se proponen los siguientes:

- La equidad y justicia ambiental al determinar los sitios contaminados que requieren atención prioritaria y definir el grado de limpieza al remediarlos;
- La valorización de los sitios contaminados a través de la aplicación de medidas tendentes a contener, reducir o eliminar los contaminantes tóxicos o peligrosos, y del reaprovechamiento de las propiedades para usos productivos;
- La responsabilidad de quien contaminó los sitios respecto a financiar y realizar la remediación de los mismos y la protección de quienes adquieran o desarrollen los sitios remediados para ser reincorporados a usos productivos;
- La cooperación entre el Poder Público, el Sector Productivo y la sociedad civil;
- El derecho a la información en cuanto al impacto potencial de las sustancias tóxicas o peligrosas presentes en los sitios contaminados, sobre el medio ambiente y la salud pública.
- La consideración de la realidad nacional y local al formular e instrumentar las políticas en la materia, lo cual demanda su ejecución gradual y adaptación flexible a las circunstancias particulares de cada entidad.

### **b) Criterios**

Los campos de acción de esta política, se basan en los criterios establecidos en el capítulo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, relativo a la prevención y control de la contaminación del suelo, así como en los siguientes, que deberán quedar asentados en el Reglamento y Normas Oficiales Mexicanas correspondientes:

- Al determinar la peligrosidad y el riesgo de las sustancias tóxicas presentes en los sitios contaminados se tomarán en consideración las formas o especies químicas bajo las cuales se presenten, a fin de estimar su movilidad y biodisponibilidad potencial.
- Las condiciones particulares de los suelos y del clima en los lugares en los que se ubican los sitios contaminados serán tomados en cuenta al determinar la posibilidad de movilización de los contaminantes fuera de estos sitios y las medidas a seguir para contener o eliminar su posible migración.
- En la determinación del grado de remediación de los sitios contaminados, dependiendo de la complejidad del caso, se podrán aplicar criterios genéricos de limpieza basados en límites máximos permisibles de sustancias tóxicas predeterminadas o se decidirá caso por caso, en función de los resultados de estudios de evaluación del riesgo.
- Al definir los niveles de limpieza de los sitios contaminados, a partir del establecimiento de niveles máximos permisibles de carácter genérico para los contaminantes riesgosos, se considerarán los relativos al suelo y al agua subterránea de consumo humano.
- En el caso de sustancias cancerígenas, las evaluaciones del riesgo lo definirán en términos probabilísticos considerando el incremento en el número de cánceres que podrían ocurrir en la población expuesta, en tanto que para las sustancias no cancerígenas se determinará la dosis o concentración de las mismas a las que podría estar expuesta la población receptora y comparará con la dosis o concentración que no provoca ningún efecto observable o que ha sido fijada como nivel máximo permisible.
- Tratándose de sustancias potencialmente cancerígenas, dependiendo de las condiciones en las que se presenten en el sitio y de la vulnerabilidad de las poblaciones en riesgo, se determinará la magnitud del riesgo aceptable en un rango comprendido entre  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$ .
- Al remediar los sitios contaminados se buscará alcanzar un nivel de limpieza que permita su multifuncionalidad, de acuerdo con los usos del suelo autorizados en la zona.
- Se debe acordar prioridad al tratamiento de los contaminantes para eliminar sus propiedades tóxicas y reducir su volumen, siempre que esto sea técnica y económicamente factible.
- El confinamiento de los materiales peligrosos existentes en un sitio contaminado no debe considerarse como una opción, salvo que no sea técnica o

económicamente factible la remediación del mismo empleando alguna alternativa de tratamiento, y en dicho caso, deberá considerarse en primer término el confinamiento *in situ*.

- En casos en los cuales los niveles de contaminación representen un riesgo inminente para la salud de la población vecina y no se pueda alcanzar el nivel de limpieza esperado, por no ser factible técnicamente o no ser viable económicamente, se adoptarán medidas urgentes que reduzcan el riesgo tanto como sea posible.
- Por lo delicado del establecimiento de los límites máximos de contaminantes permitidos tras la limpieza de un sitio contaminado, se propone la realización de un foro en el que tomen parte representantes informados de los distintos sectores sociales, buscando de preferencia su aprobación por consenso.
- En el caso de que no haya exposición humana a los contaminantes de un sitio, la remediación deberá ser función de los usos del suelo y, de no tratarse de zonas de uso del suelo industria, se deberá considerar como referencia los límites de limpieza para suelos agrícolas. Se deberá en todo caso, adoptar medidas para recuperar las funciones del suelo (por ejemplo, tratándose de hidrocarburos intemperados).
- En el caso de ecosistemas impactados, las referencias a utilizar para determinar el grado de limpieza podrán incluir la consideración de: los niveles originales de contaminación, selección de niveles que permitan el reestablecimiento del ecosistema o el rescate del paisaje.
- En ningún caso deberá requerirse que el nivel de limpieza sea superior a los niveles de “fondo” del sitio y se deben establecer criterios para determinar el grado de flexibilidad que se permitirá en función del tipo de contaminante, vulnerabilidad del entorno y usos posibles del suelo..
- Se debe introducir el empleo de bioindicadores para validar los modelos de riesgo empleados, así como para determinar el beneficio real de la remediación de un sitio en términos de salud de la población o de los ecosistemas.
- El desarrollo de las disposiciones reglamentarias y normativas debe de corresponder a las consideraciones de la política aquí enunciadas, una vez que hayan sido aprobadas.

### c) Instrumentos de gestión

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece una variedad de instrumentos de gestión para implementar la política ambiental, que son aplicables al tema que nos ocupa, por lo cual sólo se destacarán aquí algunos particularmente necesarios en este contexto.

**Comando y control:** Los vacíos regulatorios derivados de la carencia de normas de desempeño y de gestión que guíen la toma de decisiones en este campo hace

indispensable el desarrollo de los instrumentos normativos correspondientes, lo cual implica considerar aspectos como los referidos al respecto en el capítulo acerca de los problemas y logros de la gestión de sitios contaminados en México, de este documento.

**Autoregulación:** Los resultados positivos derivados del programa de auditorías voluntarias de la PROFEPA, a través del cual se han logrado remediar un gran número de sitios y limpiar millones de toneladas de suelos contaminados, muestran que este es un mecanismo efectivo para alcanzar los objetivos de la política que aquí se propone. Sin embargo, las nuevas iniciativas en esta materia deberán ajustarse a los principios, criterios y demás elementos considerados en esta política, así como a las disposiciones regulatorias que al respecto se desarrollen.

**Incentivos económicos:** Esta es un área en la cual se deben centrar los esfuerzos en el futuro, ya que ha quedado demostrado que uno de los factores que más limitan la limpieza de los sitios contaminados en México, al igual que en otros países, es la falta de recursos financieros suficientes para ello. A lo largo de este documento se han revisado los distintos instrumentos económicos aplicables y aplicados en el fomento de la remediación de sitios contaminados, que pudieran ser de utilidad en el caso de México. Sin embargo, su aplicación no puede darse al margen de Programas para el rescate de los sitios contaminados en los que se involucre a las autoridades estatales y municipales responsables de la planificación del desarrollo urbano y de la formulación e implantación de políticas relativas a los usos del suelo, así como a las autoridades hacendarias. También, son aplicables en este caso:

- Los instrumentos empleados en México para impulsar la mejora del desempeño ambiental de las empresas, tales como depreciación acelerada y exención del pago de impuestos a equipos o tecnologías para prevenir o controlar la contaminación;
- El establecimiento de impuestos a las gasolinas para crear un fideicomiso, como ocurrió en la Zona Metropolitana del Valle de México, con objeto de apoyar la instrumentación del Programa de Calidad del Aire;
- La creación de un fondo a partir de las multas que se imponen a quienes incurren en violaciones a la legislación ambiental o de una proporción de los ingresos derivados del pago de derechos por la emisión de permisos de importación a materiales y residuos peligrosos.

## 9.7. Líneas estratégicas

A continuación se enuncian algunas de las líneas estratégicas que habría que desarrollar para dar viabilidad y sustentabilidad a la política que aquí se refiere.

### 9.7.1. Mejora regulatoria

#### a) Reparto de competencias

La complejidad de los arreglos organizacionales al interior de las dos Secretarías a cargo de las cuales estará la instrumentación de la política que aquí se propone (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría de Salud), demanda el acotamiento preciso de su esfera de responsabilidades y competencias, el establecimiento de procedimientos administrativos claros para realizar los distintos procesos que involucra la gestión de los sitios contaminados, la definición de mecanismos efectivos de coordinación, todo ello en el marco de los procesos de mejora regulatoria e implantación de servicios públicos de calidad.

## **b) Coordinación y sistema de concurrencias**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente concentra en la Federación las competencias en materia de residuos peligrosos, salvo en lo que se refiere a los residuos de baja peligrosidad cuyo control puede pasar a las entidades federativas que así lo convengan con la SEMARNAT, por lo cual será necesario abrir mayores espacios para la participación de las autoridades de los gobiernos estatales y municipales en las cuestiones relacionadas con la remediación de sitios contaminados con este tipo de residuos, pues son éstas las que enfrentan directamente los problemas y las demandas ciudadanas que de ellos derivan en sus localidades.

A este respecto, la SEMARNAT debe fundamentalmente ocuparse de la definición de la política nacional y del establecimiento de los ordenamientos jurídicos aplicables en todo el país en esta materia, lo cual implica realizar las reformas legislativas necesarias para delegar en las autoridades estatales o municipales según corresponda, facultades para verificar el cumplimiento de estos ordenamientos, así como para aprobar los planes que formulen los responsables de realizar la remediación de los sitios contaminados.

En el caso de las autoridades sanitarias, las reformas a la Ley General de Salud ya han descentralizado la gestión de las cuestiones relacionadas con la salud ambiental, pero sigue correspondiendo a la autoridades competentes a nivel Federal, el establecimiento de las políticas nacionales y de los instrumentos regulatorios que de manera general deben aplicar en todo el territorio nacional en esta y otras materias, para proteger la salud de la población.

Por todo lo antes expuesto, es necesario dejar claro a quién se busca proteger con la aplicación de las disposiciones regulatorias, si la salud de la población, los ecosistemas y la calidad del suelo y del agua, y en cada caso precisar a quien corresponde asignar los criterios y desarrollar la normatividad para lograrlo y vigilar su aplicación.

## **c) Simplificación administrativa**

En este contexto, se recomienda evitar establecer una regulación que imponga demasiados trámites a los particulares, lo que va aparejado con el pago de derechos correspondientes y suele constituirse en cuello de botella para que se instrumenten las políticas y legislaciones para alcanzar los objetivos que persiguen.

Asimismo, es conveniente que se comparta la responsabilidad de elaborar los inventarios de sitios contaminados, la planeación de su caracterización, su clasificación

de conformidad con el grado de riesgo que representen para la salud y el ambiente y el nivel de prioridad que debe asignarse a su remediación.

#### **d) Actividad normativa**

Las autoridades sanitarias competentes deberán proporcionar a las autoridades ambientales federales los criterios de salud, para fijar los límites máximos permisibles de contaminantes en suelos y agua, para en base a ellos determinar los límites de limpieza en los sitios contaminados.

Tanto a las autoridades ambientales como sanitarias, según corresponda, compete desarrollar la normatividad en la que se sustenten los procesos de evaluación de los riesgos a la salud y al ambiente de los sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos, así como la relativa a los métodos o procedimientos para llevar a cabo la caracterización de los sitios contaminados y, en su caso, para efectuar su remediación.

#### **e) Vinculación con otras regulaciones**

Se necesitan establecer o reforzar las bases legales para aplicar los instrumentos económicos o financieros que sean necesarios para contar con fondos para llevar a cabo la remediación de sitios abandonados, así como para valorizarlos y en su caso expropiarlos para hacer posible su limpieza y aprovechamiento.

Deberá vincularse la legislación de la gestión de los sitios contaminados con las regulaciones relativas a la planificación y autorización de los usos del suelo, así como incorporar criterios al respecto en los ordenamientos ecológicos y territoriales.

Será preciso revisar otras legislaciones que se constituyen en barreras para la remediación de sitios contaminados como la Ley de Adquisiciones y Obra Pública que establece limitaciones para la asignación de contratos y requerimientos de ejecución de los mismos en tiempos que son incompatibles con la necesidad de evaluar los riesgos que representan los sitios contaminados, establecer el plan de remediación y ejecutarlo (sobre todo cuando la mejor técnica aplicable y más costo-efectiva resulta ser la bioremediación y se requiere de tiempos más prolongados que con otras técnicas para llevar a cabo la limpieza de un sitio contaminado). Lo anterior es relevante si se considera que las empresas paraestatales se encuentran entre las que más sitios contaminados demandan ser remediados.

### **9.7.2. Evaluación de riesgos**

Puesto que la política que aquí se propone tiene como objetivo general la prevención y reducción de los riesgos para la salud y el ambiente que representa la contaminación de sitios con materiales y residuos peligrosos, se hace necesario el desarrollo de las guías o lineamientos y de las capacidades para realizar la evaluación de tales riesgos.

En este contexto particular, es preciso determinar a quién se busca proteger en primer lugar y de qué se le trata de proteger, puesto que no es factible ofrecer el mismo grado de protección a toda la población ni a todos los ecosistemas y respecto de todas las posibles sustancias riesgosas que pueden encontrarse en un lugar contaminado.

Por lo anterior, se propone en una primera instancia centrar la atención en los niños, las mujeres embarazadas y los indígenas, por el alto grado de vulnerabilidad que tienen a este respecto y considerando, además, que su protección conllevará igualmente la de otros individuos menos sensibles de la población.

Tratándose de ecosistemas, se deberá prestar atención prioritaria a aquellos que también sean altamente vulnerables, por sus características, las especies que los conforman, la existencia de endemismos y especies de alto valor, así como amenazadas de extinción. A este respecto, se recomienda la aplicación como límites de referencia para la limpieza de los sitios contaminados, los fijados para proteger a la salud de la población, de no contarse con límites específicos para especies de la biota acuática o terrestre.

En particular, se debe proteger a unos y otros de los riesgos que representan las sustancias tóxicas, sobre todo las que además son persistentes y bioacumulables, y que puedan incidir en el sistema endócrino e inmunitario, trayendo como consecuencia efectos pleiotrópicos o que afecten a distintos órganos y sistemas a la vez, alterando el desarrollo y la capacidad reproductiva, o bien debilitando los mecanismos de defensa contra los microbios patógenos.

Dado que la ruta a través de la cual las sustancias tóxicas o peligrosas pueden movilizarse hacia los posibles receptores es usualmente el agua, se deberá prestar una atención primordial a la protección de las fuentes de abastecimiento de este elemento, principalmente tratándose de acuíferos vulnerables; ello sin dejar de lado que la contaminación del suelo puede ser el origen de la exposición de los niños que ingieren partículas del mismo contaminadas con dichas sustancias, además de ocasionar el deterioro de las funciones y servicios ambientales que el propio suelo lleva a cabo o proporciona. Por estas circunstancias, se aprecia la importancia de involucrar a la Comisión Nacional del Agua, órgano desconcentrado de la SEMARNAT, en la definición de los límites máximos de contaminantes en el agua de pozo y en los suelos.

### **9.7.3. Sistemas de información geográfica sobre sitios contaminados**

Partiendo de la base de que no puede haber gestión efectiva de los sitios contaminados si no se cuenta con información en base a la cual sustentar las decisiones y hacer el seguimiento y evaluación del desempeño de las medidas adoptadas para su remediación, se da una importancia particular en esta política al desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Dicho sistema, debe ser accesible a todas las autoridades con competencia en la materia y diseñado de manera a responder a sus necesidades, tomando en cuenta la variabilidad que existe en el territorio en cuanto a la vulnerabilidad a los daños que pueda ocasionar la contaminación provocada por el manejo inadecuado de los materiales y residuos, así como la distinta peligrosidad y

riesgo que éstos pueden representar en función de sus características y de la forma en que se encuentren presentes.

El desarrollo de este sistema demanda, entre otros, contar con bases legales para requerir información acerca de los sitios contaminados y su remediación, tanto a los establecimientos en los cuales se encuentran, como a las empresas que brindan servicios e intervienen en su limpieza, cuando esta información no pueda obtenerse a partir de los instrumentos a través de los cuales se recaba actualmente en el marco de las diversas autorizaciones a esos establecimientos y disposiciones legales a las que están sujetos.

Se considera conveniente obtener el apoyo del Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), para contar con datos más precisos acerca de las localidades en las que se han identificado sitios contaminados que requieren ser caracterizados y, en su caso, remediados, en particular sobre aspectos que ayuden a determinar el grado de vulnerabilidad existente en dichos lugares.

#### **9.7.4. Promoción de la limpieza de sitios contaminados**

Esta constituye la línea estratégica central de la política ambiental en materia de sitios contaminados, puesto que de ella depende la protección de la salud y el ambiente de los riesgos que conlleva la presencia en ellos de sustancias tóxicas y peligrosas, por lo que se considera que debe de estar basada en un Programa Nacional de Reciclaje de Sitios Contaminados Sujetos a Remediación

Este Programa, sustentado en la política que aquí se propone, debe de ser formulado con la participación de los actores y sectores involucrados claves para lograr su implantación exitosa.

El enfoque del Programa debe estar centrado en alcanzar una alta efectividad en la obtención de los resultados esperados, consistentes en remediar los sitios contaminados que requieran atención prioritaria, a fin de proteger la salud de la población y al ambiente, y en destinarlos a usos productivos.

Por tanto, el eje central del Programa debe ser compatible con las políticas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico locales, dado lo cual es necesario que sea incorporado como parte de esas políticas por las autoridades correspondientes que deben ser involucradas en su formulación.

No menos importante es contar con el apoyo de las Cámaras y Asociaciones Industriales y de Empresas de Servicios, para lanzar una campaña de difusión que aliente a los establecimientos que tienen sitios contaminados a adherirse al Programa para recibir la asistencia técnica y, en su caso financiera, para llevar a cabo la caracterización de los mismos y, de ser necesaria, su remediación.

Crucial para el éxito del Programa, es el involucramiento de las empresas de bienes raíces o dedicadas a promover desarrollos urbanos, así como de las agencias de financiamiento para este tipo de actividades, de manera a incentivarlos a tomar parte en

dicho Programa y a invertir en la compra de sitios contaminados con fines de remediación y valorización.

Aunado a esto, se debe establecer la obligación por parte de las personas morales o físicas responsables de los sitios contaminados de elaborar un Plan de Remediación, cuando así les sea requerido por las autoridades con la debida fundamentación para ello; especificando en el mismo los niveles de limpieza a alcanzar.

Aprovechando los avances logrados en otros países y los convenios de cooperación técnica establecidos con ellos, se propone el desarrollo de guías y lineamientos para caracterizar, evaluar y proceder a la limpieza de instalaciones de giros industriales o de servicios específicos.

### **9.7.5. Comunicación y participación social**

No puede decirse que en México exista una tradición en materia de comunicación y participación social relacionadas con cuestiones de manejo de riesgos ambientales, pero sí se tienen experiencias que muestran que aunque no está garantizada la aceptación pública a toda iniciativa tendente a resolver problemas en este campo, es más probable tener éxito si se establece una comunicación directa con las poblaciones afectadas y se les invita a participar en la formulación de planes para tal fin, que cuando no se les toma en cuenta.

Por tal razón, se ha incorporado como un objetivo de esta política la comunicación y participación del público, en particular de las poblaciones involucradas en casos de contaminación de sitios, con base en estrategias y siguiendo procedimientos previamente definidos, en los que intervenga personal que haya recibido entrenamiento para realizar esta labor.

El enfoque de la comunicación en este caso, debe de ser proactivo para evitar que se den situaciones de crisis en torno de los sitios contaminados y que se desinforme o mal informe a la población, obstaculizando o dificultando con ello la aceptación de las iniciativas tendentes a promover su remediación

### **9.7.6. Estímulo a la investigación, desarrollo e innovación tecnológica**

Por tratarse de un campo en pleno desarrollo, por ser tan variadas las características de las distintas regiones del país que inciden sobre los riesgos que pueden llegar a representar las sustancias tóxicas o peligrosas presentes en los sitios contaminados, por ser escasa la experiencia en México en materia de evaluación, manejo y comunicación de riesgos relacionados con este campo, y ante el reto que plantea el tener que limpiar posiblemente cientos de sitios contaminados de manera costo-

efectiva, se considera indispensable incorporar en los programas correspondientes la promoción de la investigación, desarrollo e innovación tecnológica.

Junto con ello, debe alentarse y apoyarse la formación de recursos humanos especializados para hacer frente a la demanda que al respecto surgirá de la implantación de la política, las regulaciones y programas en la materia.

En particular, y dada la gran biodiversidad con la que cuenta el país, la existencia de endemismos y especies amenazadas, deberá promoverse ampliamente la investigación de los efectos ecotoxicológicos que pueden tener y los riesgos que pueden representar al respecto, los contaminantes químicos que más frecuentemente se han encontrado en los sitios contaminados en el país, particularmente en las áreas más vulnerables.

Por la importancia que reviste conocer cuál ha sido el desempeño de las distintas tecnologías que se han aplicado en México para llevar a cabo remediaciones de sitios contaminados y los resultados de éstas, es indispensable que las bases de datos al respecto con las que cuenta la PROFEPA estén disponibles para que los investigadores puedan basar en ellas sus estudios, en particular, sería conveniente que el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA), del Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT, fuera el depositario de esa información por el papel que ha venido jugando en el desarrollo de esta área del conocimiento en México.

### **9.7.7. Fomento a la creación y consolidación de mercados ambientales**

La instrumentación exitosa de esta política, depende en gran medida de que se desarrollen los servicios ambientales requeridos, entre otros, para:

- Realizar los muestreos y análisis de laboratorio para caracterizar los sitios contaminados.
- Evaluar los riesgos a la salud y al ambiente que pudieran derivar de la presencia de sustancias tóxicas en los sitios contaminados.
- Capacitar a los trabajadores y al personal técnico involucrado en las tareas de caracterización y remediación de sitios contaminados.
- Tratar, contener o confinar los materiales y residuos peligrosos presentes en los sitios contaminados.

Sin embargo, no puede dejarse al azar el desarrollo de esta infraestructura y capacidades, puesto que la política plantea que estos servicios deben realizarse con calidad y con el mejor desempeño ambiental para evitar la transferencia de contaminantes de un medio a otro, accidentes y enfermedades ocupacionales, contingencias ambientales que trasciendan las instalaciones donde se encuentran los sitios contaminados, entre otros.

Tratándose de inversiones privadas, su desarrollo sólo puede darse si se crean condiciones de certeza jurídica para que puedan operar, se aplican incentivos de distinta índole, se proporciona información que permita determinar las características de la demanda de servicios y el tamaño del mercado, por citar algunos aspectos que se deben considerar.

En cuanto a las técnicas propiamente dichas, es preciso realizar un ejercicio de evaluación comparativa de las distintas opciones disponibles, en particular de aquellas que ya se han empleado en México para determinar, entre otros:

- En qué circunstancias es conveniente aplicarlas.
- Qué tipo de contaminantes pueden tratar.
- Qué tipo de emisiones o de subproductos ellas mismas pueden generar.
- Cuál es su grado de eficiencia y eficacia para reducir los riesgos.
- Su costo.
- Su accesibilidad.
- El grado de dificultad en su aplicación.
- El tiempo requerido para la obtención de los resultados esperados.
- Su aceptación social.

No se considera preciso sujetar estas alternativas de remediación a autorización (salvo que se trate de procesos o empresas de manejo de residuos peligrosos sujetos a las disposiciones legales en la materia), sino lo que se debe establecer es el grado de limpieza de los sitios a alcanzar y los mecanismos para monitorear el sitio tras su remediación para verificar que se lograron los objetivos fijados, así como determinar durante cuánto tiempo y con qué frecuencia debe realizarse tal monitoreo. Sin embargo, si se considera pertinente la identificación de instituciones, grupos o individuos con experiencia en la materia que pudieran conformar un órgano consultivo en materia de tecnologías de remediación, para brindar asistencia tanto a los inversionistas, como a los particulares que requieran remediar una propiedad contaminada o a las autoridades involucradas y a las partes interesadas.

En lo que se refiere a la bioremediación, deben establecerse pautas precisas sobre la utilización de organismos genéticamente modificados, en el marco de las actividades regulatorias y de otra índole que se están realizando en el país al respecto

### **9.7.8. Integración de políticas**

Tanto la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Cruzada por un México Limpio, como la Secretaría de Salud, mediante su Programa sobre Municipios Saludables, de conformidad con sus propias legislaciones, han establecido mecanismos y programas para la coordinación efectiva con las autoridades municipales para lograr los objetivos previstos en sus políticas ambientales y sanitarias, incluidas las relativas al manejo de los residuos. Razón por la cual, no es necesario con fines de poner en práctica la política de remediación de sitios contaminados que aquí se refiere, duplicar esfuerzos para involucrar a las autoridades locales en su instrumentación, sino que se deben aprovechar los mecanismos existentes para formular junto con estas

autoridades y otros sectores interesados, los Programas Municipales de Reciclaje de Sitios Contaminados Sujetos a Remediación.

## **a) Cruzada por un México Limpio**

A manera de ejemplo, se resumen a continuación los objetivos de la Cruzada por un México Limpio, que coinciden en diversos aspectos con las propuestas de acciones a desarrollar en materia de gestión de los sitios contaminados aquí referidas.

Objetivos de la Cruzada por un México Limpio

1. Convocar y coordinar esfuerzos de los tres niveles de gobierno y la sociedad en general.
2. Crear sinergias entre todos los sectores de la sociedad para tener un México limpio, al propiciar un cambio cultural y conductual hacia el manejo de los residuos.
3. Fortalecer el marco regulatorio, estableciendo los papeles de los distintos actores, para orientarlo hacia el manejo integrado de los recursos y promover su cumplimiento.
4. Promover la asignación y correcta aplicación de recursos económicos, tanto públicos como privados.
5. Eliminar los riesgos ambientales y a la salud, así como la contaminación visual.
6. Promover la construcción y habilitación de la infraestructura necesaria para disponer adecuadamente los residuos.
7. Impulsar políticas públicas orientadas a fortalecer el papel de los municipios.

Entre las líneas estratégicas consideradas en la Cruzada por un México Limpio se incluyó la siguiente, que es consistente con la iniciativa de vinculación de políticas para lograr los objetivos que se persiguen de remediación de sitios contaminados y aprovechamiento de los sitios remediados con fines productivos.

Suscribir convenios de coordinación con las entidades participantes. Se buscará utilizar instrumentos tales como la comunicación, la coordinación y la armonización efectiva y corresponsable para favorecer la gestión integral de los residuos. La coordinación integral de esfuerzos permitirá a las organizaciones alcanzar importantes economías de escala, proveer mayores satisfactores sociales y proteger al ambiente.

## **b) Programa de municipios saludables**

Por su parte, el Programa de Municipios Saludables se caracteriza por lo siguiente:

- Constituye una propuesta para hacer del municipio un punto de convergencia de las acciones de promoción de la salud para alcanzar el bienestar de sus habitantes;
- Se crea en 1995 en el seno de la Dirección General de Promoción de la Salud. Como punto de partida del mismo, se precisaron conceptos y definiciones que

- permiten referirse a Municipios Saludables como un movimiento, una estrategia, una oportunidad, un programa y una política.
- Como estrategia, involucra a gobernantes y gobernados en acciones de promoción de la salud, resaltando la función gubernamental, la participación social y la responsabilidad en el autocuidado de la salud.
  - Representa una oportunidad para los gobiernos municipales de llevar a cabo las obras y las acciones necesarias para elevar la calidad de vida y los niveles de salud de sus comunidades; para trabajar en favor de sus electores, dando a la salud la más alta prioridad en su agenda política. Para los ciudadanos representa la oportunidad de incidir, con su opinión y su trabajo, en el esfuerzo colectivo de mejoramiento de las condiciones y las posibilidades de una vida más plena. Para el sector salud constituye la oportunidad de lograr la equidad, la eficiencia y la calidad en un marco de intensa participación social.
  - Como programa, Municipios Saludables es una propuesta para hacer del municipio un punto de convergencia de las acciones de promoción de la salud, constituyéndose en el mecanismo integrador de actividades que propicien la participación organizada de la sociedad.
  - Por considerar como municipio saludable a aquel que participa de un movimiento programado hacia el logro de mejores condiciones de vida y no el que ha alcanzado alguna marca o calificación, pues aun cuando se logren condiciones satisfactorias, siempre habrá la posibilidad de mejorar.
  - Su principal objetivo es contribuir a mejorar los niveles de salud de la población en el municipio, mediante la realización de proyectos definidos, ejecutados y evaluados con la participación de las comunidades, los diversos sectores y las autoridades locales.
  - Como estrategia de articulación y vinculación entre los municipios participantes, se creó la Red Mexicana de Municipios por la Salud, a fin de propiciar el intercambio de experiencias y un mutuo apoyo técnico, operativo y motivacional. La red abre un espacio de comunicación entre sus miembros que se agrupan voluntariamente.
  - Los municipios integrados a la Red manifiestan un compromiso político para hacer de la salud un objetivo fundamental de la gestión pública, mismo que genera una decisión de carácter político por la salud y desarrolla una estrategia para lograr que las organizaciones sociales y las instituciones locales intervengan para acordar metas de bienestar, así como procedimientos y responsabilidades para alcanzarlas.
  - El Programa de Municipios por la Salud cuenta con 1 565 municipios y la Red Mexicana de Municipios por la Salud con 1 301 municipios. Esto significa que 64% de los municipios mexicanos están en el programa y 54% en la red.



## **ANEXO 1. TALLERES DE DELIBERACIÓN EN TORNO A LA REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS**

La complejidad del problema que representa la remediación de sitios contaminados con materiales y residuos peligrosos, llevó a la autora de este documento a organizar un primer taller en el cual se invitó a participar a las personas que aparecen mencionadas en el cuadro 33, a las cuales les fue enviada la primera versión del mismo. A dicho taller, realizado en el mes de marzo de 2002, en las instalaciones del Programa Universitario de Medio Ambiente, de la Universidad Nacional Autónoma de México, asistieron las personas indicadas con un asterisco, las cuales tomaron parte en mesas de trabajo en las cuales se deliberó sobre los diferentes temas contenidos en la propuesta y, en particular, sobre los relacionados con los campos de acción que se incluyeron en ella.

**Cuadro 33. Personas a las que se envió la versión preliminar de la propuesta de política y participantes en el primer taller (\*)  
Marzo 2002**

<b>Nombre de las Personas Consultadas</b>	<b>Adscripción</b>
Rocío Alatorre*	Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT
Miguel Angel Alva González*	Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT
Daniel Basurto	LEX CORP Abogados
Miguel Angel Cancino*	Secretaría de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal
Adrián Fernández-Bremauntz	Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT
Rosa Ma. Flores*	Instituto de Ingeniería. UNAM
Sergio Gasca Álvarez*	Secretaría de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal
Margarita Gutiérrez	Instituto de Geografía. UNAM
Víctor Gutiérrez Avedoy	Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. INE-SEMARNAT
Rosario Iturbe*	Instituto de Ingeniería. UNAM
José Antonio Medina*	Dirección General de Salud Ambiental Secretaría de Salud
Alejandro Méndez*	Grupo Parlamentario del PVEM. Cámara de Diputados
Martha Monobe*	Centro de Enlace Profesional
Cintia Mosler*	Programa Universitario de Medio Ambiente. UNAM
Carlos Muñoz Piña	Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT
Emma Prieto*	Grupo Parlamentario del PVEM. Cámara de Diputados
Alberto Rojas*	Comisión de Ecología. Cámara de Diputados
Francisco Romero*	Instituto de Geografía. UNAM
Jaime Eivin San Román*	Comisión de Ecología. Cámara de Diputados
Carlos Santos Burgoa	Dirección General de Salud Ambiental Secretaría de Salud
Sofía Mariana de la Torre*	Secretaría de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal
Curtis Travis*	Empresa QUEST, E.U.A. (ex Presidente de la Asociación Internacional de Análisis de Riesgos)
Sergio Vallejo*	Dirección General de Gestión de la Contaminación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Proyecto GTZ-SEMARNAT
Taura Volke Sepúlveda*	CENICA-INE-SEMARNAT

Semarnat: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, INE: Instituto Nacional de Ecología, CENICA: Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental, U.N.A.M.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Las opiniones de los participantes en las mesas de trabajo fueron tomadas en consideración en la adecuación del documento, con lo cual se integró una segunda versión que fue enviada a todas las personas indicadas en el cuadro anterior, así como a las que aparecen en el cuadro 34 que refiere quiénes tomaron parte en el segundo taller realizado en el mes de mayo de 2002, en las instalaciones del Instituto Mexicano del Petróleo.

**Cuadro 34. Participantes en el segundo taller  
Mayo 2002-05-31**

<b>Nombres de los participantes</b>	<b>Adscripción</b>
Rosa Ma. Flores	Instituto de Ingeniería de la UNAM
Rosario Iturbe	Instituto de Ingeniería de la UNAM
Margarita Gutiérrez	Instituto de Geografía de la UNAM
Francisco Romero	Instituto de Geografía de la UNAM
José Antonio Medina	Dirección General de Salud Ambiental, Secretaría de Salud
Carlos Santos Burgoa	Dirección General de Salud Ambiental, Secretaría de Salud
Sofía Mariana de la Torre	Secretaría de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal
Anne Hansen	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua-SEMARNAT
Manfred Afferden	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua- SEMARNAT
Isabel Zecua Fernández	Comisión Nacional del Agua. SEMARNAT
Sergio Vallejo	Dirección General de Gestión de la Contaminación. SEMARNAT
Winifried Schmidt	Proyecto GTZ- SEMARNAT
Emma Prieto	Grupo Parlamentario del PVEM. Cámara de Diputados
Cintia Mosler	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)
Jesús Reyes Ávila	IMP
Angélica Guadarrama Chávez	IMP
Gloria E. Avelino y Zapata	IMP
María Teresa Celis Cid	IMP
Carlos F. V. Olmedo	IMP
Rosa Lucila Elías M.	IMP
Alejandro Montes	IMP
Víctor E. Martínez Martínez	IMP
Edgar Diego Radilla	IMP
José Jesús Ochoa	IMP
Sergio Francisco Méndez	IMP

El presente documento integra los resultados de las deliberaciones de este segundo taller.

---

## **ANEXO 2. BASES DE POLÍTICA PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y SU REMEDIACIÓN**

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, publicó el documento intitulado “Bases de Política para la Prevención de la Contaminación del Suelo y su Remediación”, el cual permite conocer los elementos propuestos como base para integrar la política ambiental en la materia.<sup>37</sup>

Por la importancia de este documento, se resumen sus aspectos esenciales poniéndolos en perspectiva respecto a los referidos en la presente propuesta de política integral para prevenir riesgos tanto a la salud como al ambiente.

En primer término, resalta el hecho de que el documento no se presenta como una propuesta de política, sino como las bases para integrarla y que ésta se centra en la prevención de la contaminación y la remediación del suelo, dado lo cual en el marco conceptual se introduce una consideración especial al suelo y sus funciones.

### **1. Objetivos**

Como objetivo general de esta política, se propone “Contribuir a la prevención de la contaminación del suelo impidiendo su contaminación con materiales y residuos peligrosos, residuos sólidos municipales e industriales no peligrosos, promoviendo la remediación de los suelos contaminados y fomentando la valorización de los suelos remediados a fin de evitar o reducir los riesgos al ambiente, los ecosistemas y la salud humana”.

Entre los objetivos particulares de esta política se encuentran los siguientes:

- Desarrollar y de ser el caso actualizar las propuestas de políticas, así como los instrumentos jurídicos y técnicos que sustenten la prevención de la contaminación del suelo en las actividades que involucren el manejo de materiales y residuos peligrosos, residuos sólidos municipales e industriales no peligrosos.
- Establecer las políticas y los instrumentos jurídicos y técnicos que promuevan la remediación de suelos contaminados, considerando su riesgo al ambiente, los ecosistemas y a la salud, así como los programas de ordenamiento ecológico o desarrollo urbano que resulten aplicables.
- Instaurar las propuestas de políticas, así como los instrumentos jurídicos y técnicos que fomenten la valorización de los suelos remediados promoviendo el reúso de estos.

---

<sup>37</sup> SEMARNAT. Bases de Política para la Prevención de la Contaminación del Suelo y su Remediación. J.A. Medina Ross, S.A. Vallejo Aguilar y M.Rocha Jiménez. (autores y recopiladores). Diciembre 2001.

- Desarrollar las bases técnicas para el establecimiento de Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas que definan los procedimientos involucrados en la remediación de los suelos contaminados.
- Desarrollar, difundir y promover la aplicación de metodologías para evaluar los riesgos al ambiente, los ecosistemas y la salud humana derivados de la contaminación de suelos, con materiales y residuos peligrosos, residuos sólidos municipales e industriales no peligrosos, a fin de orientar el establecimiento de prioridades y las acciones de remediación para la disminución de dichos riesgos.
- Elaborar un inventario de suelos contaminados utilizando una metodología de evaluación de riesgos estandarizada para promover de manera prioritaria la remediación de aquellos suelos que presenten riesgos significativos al ambiente y a la salud pública.
- Fomentar el empleo de tecnologías de remediación eficientes, limpias y costo-efectivas.
- Fortalecer la gestión de los suelos contaminados mediante convenios internacionales y acuerdos de cooperación interinstitucional.
- Fortalecer la participación de la sociedad en el marco del cumplimiento de la LGEEPA.
- Desarrollar sistemas de información en la materia para su difusión al público.
- Fomentar el fortalecimiento de las capacidades nacionales en la educación e investigación en la materia.
- Promover la creación de redes estatales y municipales para fomentar la prevención de la contaminación del suelo.

## **2. Campos de Aplicación o Responsables de la Aplicación de la Política**

- Las autoridades involucradas en los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal).
- Dueños de sitios sobre los cuales se desarrollan o desarrollaron actividades industriales, comerciales y/o agropecuarias.
- Propietarios o responsables de industrias, comercios y/o empresas agropecuarias.
- Instituciones financieras responsables de otorgar préstamos a particulares o a empresas que involucren las actividades mencionadas anteriormente.
- Empresas prestadoras de servicios ambientales.

## **3. Distribución de Competencias**

Gobierno Federal: La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sus órganos desconcentrados (INE, PROFEPA y CNA) y las delegaciones federales; la Secretaría de Salud (SSA) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Gobiernos Locales: Las autoridades estatales y del Distrito Federal, y las autoridades municipales.

---

## 4. Principios

- La política de protección de los suelos y de la remediación de éstos, es una herramienta que permite contribuir al desarrollo sustentable de la sociedad.
- El desarrollo sustentable estipula que la utilización actual de los recursos naturales y del ambiente debe realizarse sin limitar las perspectivas de utilización de éstos por las generaciones futuras.
- La prevención de la contaminación.
- La remediación-valorización.
- El que contamina paga.
- La equidad.
- La coordinación-cooperación.

A mayor detalle, se describen a continuación los elementos considerados en los cinco últimos principios enunciados previamente.

**Principio de Prevención:** Contaminar un suelo es hacer que pierda, en cierto grado, una o varias de sus funciones esenciales. La contaminación de este recurso genera un problema social y ambiental, además de implicar un freno para el desarrollo económico. Los impactos sobre la salud humana, la degradación del ambiente, la pérdida del uso de suelos y de cuerpos de agua, así como la incertidumbre de posibles inversionistas, son consecuencias directas de la presencia de contaminantes en los suelos.

La remediación de un suelo es un proceso costoso que no siempre permite recuperar todos sus usos y funciones posibles. La gran cantidad de suelos contaminados no podrán ser utilizados sin alguna limitación por las generaciones futuras.

El principio de prevención tiende a impedir que este tipo de situaciones se repitan en el futuro y tiene como meta preservar la integridad de los suelos con el fin de salvaguardar sus funciones y garantizar el pleno uso de este recurso en la actualidad y en el futuro.

Uno de los mecanismos más importantes para prevenir la contaminación de los suelos y cuerpos de agua consiste en la implantación de programas de manejo integral de residuos.

**Principio de Remediación-Valorización:** La sociedad actual tiene la responsabilidad de reparar tanto como sea posible los daños que resulten de los errores del pasado en vez de heredarlos a generaciones futuras.

Un suelo contaminado constituye un riesgo potencial, aunque en lo inmediato no se perciban las consecuencias de dicha contaminación.

Actividades mal planeadas, como cambio en el uso del suelo, trabajos de drenajes o de excavación realizados sobre un sitio contaminado, pueden hacer que este riesgo se vuelva significativo. Sitios contaminados por modos de producción y de consumo inadecuados que no fueron orientados hacia un desarrollo sustentable, no deben ser abandonados u olvidados, hipotecando su posible aprovechamiento.

La remediación de un suelo contaminado no debe sólo corregir la situación, sino también buscar su revalorización, ecológica y/o económica. Es decir, volver a dar al suelo un uso máximo y reintegrarlo al ciclo de desarrollo sustentable.

Aunque no sea posible remediar de inmediato todos los suelos contaminados, la generación actual tiene el deber como sociedad responsable, de promover el concepto general de remediación mediante la elaboración de una estrategia, que permita concretizar este concepto y aplicarlo desde ahora, en los casos prioritarios.

**El que Contamina Paga:** Cada persona es responsable de las consecuencias de sus acciones sobre el bien común. En el ámbito de los suelos contaminados, este enunciado se traduce en el principio de “el que contamina paga”, que establece que el que contamina es responsable de la contaminación que generó y de los impactos que ésta conlleva. Por lo cual, debe asumir los costos de la caracterización y de la remediación de los suelos que han sido afectados y no puede transferir esta responsabilidad a otros miembros de la sociedad o a generaciones futuras.

La aplicación de este principio, permite a la sociedad responsabilizar al que contaminó y asegurar que los suelos vuelvan, en la medida de lo posible, a sus funciones originales. De no aplicar este principio, la sociedad se arriesga a enfrentarse a un escenario de sitios contaminados dispersos en todo el territorio nacional, los cuales deberá tomar a su cargo, para asegurar la protección de los seres humanos y de los elementos naturales, vigilando su uso y en caso necesario, remediarlos o hacerlos seguros.

En relación con los sitios contaminados abandonados o ilegales será necesario definir mecanismos jurídicos y económicos que permitan la instauración de fideicomisos para darles atención.

**Equidad:** El principio de equidad fundamenta que la remediación de un suelo contaminado debe ser garantizado en un primer término por los que sacan o han sacado provecho del mismo, al no haberlo protegido.

A otro nivel, significa también que un individuo o una empresa que aplica de buena fe las políticas y directrices de la SEMARNAT para prevenir la contaminación del suelo o llevar a cabo su remediación, no debe estar en desventaja en relación con aquél que no lo hace. Esto significa que las acciones solicitadas para un grupo de propietarios y/o responsables que tienen los mismos problemas, deben ser similares y aplicarse a todos de igual forma, de manera que ninguno tenga ventajas en relación con sus competidores.

**Coordinación-Cooperación:** En la problemática de los suelos contaminados intervienen multitud de actores tanto del sector público como del sector privado y social. Por ello, es indispensable la comunicación y el intercambio de información entre estos para que sea posible resolverla de la mejor manera.

## 5. Instrumentos

Entre los instrumentos de la política a los que se hace mención se encuentran:

- 
- Elaboración de instrumentos regulatorios (Reglamento y Normas Oficiales Mexicanas, instrumentos económicos y otros), lineamientos, manuales y guías en materia de remediación.
  - Autorregulación.
  - Convenios internacionales.
  - Subsistema de información.
  - Instrumentos financieros (incluyendo financiación por el contaminador y el Gobierno).