



# Guía del ciudadano: Técnicas de tratamiento innovadoras

*Para suelos contaminados, fango residual, sedimentos y detritos*

Oficina de Innovaciones

Ficha tecnológica

## ¿Qué son las técnicas de tratamiento innovadoras?

Las *técnicas de tratamiento* consisten en la aplicación de procesos químicos, biológicos o físicos a desechos peligrosos o materiales contaminados a fin de cambiar su estado en forma permanente. Esta Guía del ciudadano se concentra en técnicas de tratamiento para suelos, fango residual, sedimentos y detritos.

Las técnicas de tratamiento destruyen contaminantes o los modifican a fin de que dejen de ser peligrosos o, por lo menos, para que sean menos peligrosos. Pueden reducir la cantidad de material contaminado presente en un lugar, retirar el componente de los desechos que los hace peligrosos o inmovilizar el contaminante en los desechos.

Las *técnicas de tratamiento innovadoras* son procedimientos inventados hace poco que se han probado y usado para el tratamiento de desechos peligrosos o de otros materiales contaminados, pero sobre cuyo costo y eficacia todavía no se dispone de suficiente información como para prever los resultados que darán en diversas condiciones de aplicación.

## ¿Por qué conviene usar técnicas innovadoras?

El tratamiento de fangos residuales y suelos contaminados es un campo de la tecnología que se ha desarrollado y crecido desde 1980, año en que el Congreso aprobó la ley del *Superfund* para la limpieza de sitios con desechos

contaminados. Uno de los métodos iniciales para eliminar un desecho peligroso de un lugar era trasladarlo a otro lugar o cubrirlo. Estos métodos utilizan *vertederos* para solucionar el problema. Con el número creciente de procedimientos de limpieza iniciados y la aprobación de enmiendas a la ley del *Superfund* en 1986 que dan preferencia al *tratamiento*, se planteó la necesidad de otros métodos, que no fuesen el uso de vertederos, para solucionar de forma más permanente y menos costosa el problema de los materiales contaminados. En consecuencia, se ha avanzado en el desarrollo y el uso de técnicas de tratamiento más apropiadas.

A medida que se vayan adquiriendo más conocimientos sobre la limpieza de lugares contaminados, se idearán nuevos métodos para realizar una limpieza más eficaz y permanente. Las técnicas de tratamiento innovadoras carecen de una larga trayectoria de uso en gran escala y no se dispone de la extensa documentación necesaria para convertirlas en una opción corriente en los ámbitos técnicos y científicos. Sin embargo, en sitios contaminados de Estados Unidos, Canadá y Europa se han usado muchas técnicas innovadoras, con buenos resultados, a pesar de que se había realizado sólo una verificación incompleta de su utilidad. Algunas de esas técnicas se idearon para abordar problemas de desechos peligrosos; otras han sido adaptadas de otros usos industriales.

El desarrollo y perfeccionamiento de técnicas de tratamiento es un proceso permanente, como se indica en

### ¿Por qué conviene usar técnicas de tratamiento innovadoras?

- Ofrecen soluciones a largo plazo y eficaces en función del costo para los problemas de la limpieza de desechos peligrosos.
- Presentan alternativas frente al uso de vertederos y la incineración.
- A menudo son más aceptables para los vecindarios de los alrededores que algunas técnicas de tratamiento habituales.

### ¿Son las técnicas de tratamiento innovadoras siempre la opción acertada?

Aunque las técnicas de tratamiento innovadoras podrían ser menos costosas e incluso más eficaces que las técnicas consagradas por el uso, los científicos y los técnicos deben determinar qué técnica es la más apropiada para un lugar determinado.

la figura 1 de la página 2. El proceso comienza con un *concepto*, una idea de cómo tratar un desecho peligroso en particular. El concepto generalmente pasa por un proceso de investigación y evaluación para comprobar su factibilidad. Si se llega a la conclusión de que el concepto es útil, el paso siguiente consiste a menudo en pruebas de la técnica en pequeña escala en un laboratorio. Durante esta etapa, la técnica es aún incipiente. Si da resultado en las pruebas de laboratorio, se ensaya en pequeña escala sobre el terreno. Si en esas condiciones también da resultado, con frecuencia la técnica pasa a usarse en gran escala en lugares con desechos contaminados, y se mejora continuamente a medida que se va usando y evaluando en distintos sitios.

Sólo después que una técnica se ha usado en muchos tipos de lugares y que se han documentado plenamente los resultados, se considera que es una técnica **consagrada por el uso**. La mayoría de las técnicas que usamos en la actualidad todavía están clasificadas como **innovadoras**.

### ¿Qué clases de técnicas de tratamiento se usan en la actualidad?

Ciertas técnicas consagradas por el uso, como la incineración y la solidificación/estabilización, son las que más se han usado para operaciones de limpieza con recursos del Superfund. Sin embargo, para 1990, 40% de las técnicas de tratamiento que se estaban usando eran innovadoras. En 1994 esa cifra llegó casi al 60%. En el cuadro 1 de la página 3 se describen algunas de las técnicas de tratamiento innovadoras de uso más frecuente.

### ¿Cómo se selecciona la técnica de tratamiento para un sitio?

Antes de seleccionar una técnica de tratamiento para operaciones de limpieza de un sitio determinado con recursos del *Superfund*, es necesario recopilar información detallada sobre el estado del lugar y los contaminantes. Basándose en esta información, el EPA determina con cuál de los medios disponibles se podrán cumplir las normas para la limpieza establecidas por el EPA.

A menudo se hace un estudio de tratabilidad para determinar las posibilidades de éxito de una técnica de tratamiento. Este estudio se hace con materiales contaminados extraídos del sitio, cuando se está considerando la posibilidad de usar una técnica o después de seleccionarla, para obtener información adicional sobre su acción y su eficacia.

Hay tres niveles de estudios de tratabilidad. El nivel que se seleccione dependerá de la información disponible sobre el sitio y de la tecnología y el tipo de información que se necesiten. El estudio de tratabilidad más rápido y económico es una **prueba preliminar de laboratorio**, que se hace con el propósito de obtener más información sobre las características de los desechos a fin de determinar si podrían tratarse con una técnica determinada. Una prueba preliminar de laboratorio se puede hacer en cuestión de días y generalmente cuesta entre US\$10.000 y US\$50.000. Si se obtienen buenos resultados, se podrían realizar estudios de tratabilidad más avanzados.

El nivel siguiente en los estudios de tratabilidad es la **prueba de laboratorio en pequeña escala**, que consiste en simular un proceso de tratamiento con una cantidad muy pequeña de desechos y proporciona más información sobre la eficacia (y, en algunos casos, sobre el costo) de una técnica. El objetivo de las pruebas de este tipo es determinar si con la técnica se podrán cumplir las normas para la limpieza del sitio. El costo de estas pruebas generalmente se sitúa entre US\$50.000 y US\$250.000.

El nivel más alto es el **estudio piloto de tratabilidad**, que generalmente se hace sobre el terreno o en el laboratorio y requiere la instalación de equipo de tratamiento. Este estudio se usa para establecer objetivos de eficacia, costo y

Figura 1  
Desarrollo de técnicas de tratamiento

| Concepto                                                                                                                   | Técnica incipiente                                                                         | Técnica innovadora                                                                               |                                                                                                                      | Técnica consagrada por el uso                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Idea</li> <li>Investigación</li> <li>Pruebas preliminares de laboratorio</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de laboratorio en pequeña escala</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio piloto o demostración sobre el terreno</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Seleccionada para la limpieza</li> <li>Uso limitado en gran escala</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Uso común en gran escala</li> </ul> |

## Cuadro 1

### Descripción de algunas técnicas de tratamiento innovadoras

**Extracción de vapores del suelo:** remoción de vapores contaminantes del suelo (sin excavar) mediante pozos de aspiración. Se recogen los contaminantes para someterlos a un tratamiento ulterior.

**Aspersión de aire:** inyección de aire en el suelo debajo de la zona contaminada; el aire forma burbujas que suben, llevando contaminantes atrapados y disueltos hasta la superficie, donde se pueden capturar con un sistema de extracción de vapores del suelo.

**Medidas biocorrectivas:** uso de microorganismos, como bacterias en procesos manejados, para descomponer contaminantes orgánicos en sustancias inocuas.

**Desorción térmica:** calentamiento del suelo a temperaturas relativamente bajas para vaporizar contaminantes con un punto de ebullición bajo. Los contaminantes vaporizados se capturan y se retiran para someterlos a un tratamiento ulterior o para destruirlos.

**Lavado del suelo:** uso de agua o de una solución de lavado y procedimientos mecánicos para depurar suelos excavados y retirar contaminantes peligrosos.

**Deshalogenación química:** conversión de contaminantes que contienen halógenos (cloro y flúor, por ejemplo) en sustancias menos tóxicas mediante reacciones químicas controladas que retiran o reemplazan los átomos de halógenos.

**Extracción con solventes:** separación de contaminantes orgánicos peligrosos de desechos oleosos, suelos, fango residual y sedimentos, reduciendo la cantidad de desechos peligrosos que deben tratarse.

**Enjuague del suelo in situ:** inundación subterránea de suelos contaminados con una solución que arrastra los contaminantes hasta un lugar donde pueden extraerse.

concepción para la técnica de tratamiento. Debido a su costo, que generalmente supera los US\$250.000, se usa casi exclusivamente para perfeccionar la concepción de la técnica después de otros estudios de tratabilidad.

### ¿Qué pasa si una técnica no da resultado?

Siempre existe la posibilidad de que una técnica de tratamiento, consagrada por el uso o innovadora, no dé resultado cuando comienza a aplicarse en gran escala, a pesar de que la concepción técnica sea óptima. A menudo el problema se debe a condiciones del sitio que no podían preverse en estudios en menor escala. Las condiciones naturales son mucho más complejas que las condiciones de laboratorio.

A pesar de un fracaso inicial, se puede adaptar o modificar una técnica para tratar desechos en forma selectiva. Rara vez será necesario idear y aplicar una técnica diferente. La experiencia que se adquiera con el uso creciente de técnicas de tratamiento innovadoras conducirá a métodos de limpieza ambiental más rápidos y mejores.

### ¿Dónde se seleccionan las técnicas de tratamiento innovadoras?

La industria está usando técnicas consideradas “innovadoras” por el EPA para contener y tratar los desechos peligrosos generados en procesos de fabricación.

También se están usando técnicas innovadoras en muchos programas de limpieza federales y estatales para tratar desechos peligrosos que han sido liberados indebidamente en la tierra. Por ejemplo, se están seleccionando técnicas innovadoras para manejar la contaminación (principalmente con petróleo) causada por fugas de tanques subterráneos. Otros usos son la descontaminación de sitios industriales reglamentados por la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos que se contaminaron debido a métodos de eliminación que se usaban antes, así como la descontaminación de lugares que no están sujetos a control, conocidos como “sitios del Superfund”. La extracción de vapores del suelo es una técnica de tratamiento innovadora que ahora se usa regularmente en programas de limpieza federales y estatales. A medida que se obtengan más datos sobre su costo y rendimiento, se reconocerá la eficacia de las técnicas de tratamiento innovadoras.

### ¿Por qué promueve el EPA el uso de técnicas de tratamiento innovadoras?

El Organismo de Protección Ambiental promueve la selección de técnicas de tratamiento innovadoras para corregir la situación en muchos lugares porque podrían resultar más eficaces en función del costo y permitir una limpieza mejor y más eficiente. Además, con frecuencia son más aceptables para los vecindarios de los alrededores que las técnicas de tratamiento habituales.

## El EPA apoya el uso de técnicas de tratamiento innovadoras

La misión de la Oficina de Innovaciones Tecnológicas (TIO) del EPA es promover el uso de técnicas de tratamiento innovadoras por el gobierno y la industria en lugares donde hay desechos contaminados.

En la ficha tecnológica del EPA titulada *Progress in Reducing Impediments to the Use of Innovative Remediation Technology* se describen muchas otras medidas para promover el uso de técnicas innovadoras. (El número de esta publicación es EPA-542-F-95-008; envíe su pedido al NCEPI, cuya dirección figura más abajo.)

### Para más información:

La Oficina de Innovaciones Tecnológicas del EPA ha publicado una serie de Guías del ciudadano, incluida la presente, sobre temas relacionados con técnicas de tratamiento innovadoras:

- Guía del ciudadano: El lavado del suelo, EPA 542-F-96-018
- Guía del ciudadano: La extracción con solventes, EPA 542-F-96-019
- Guía del ciudadano: La deshalogenación química, EPA 542-F-96-020
- Guía del ciudadano: La desorción térmica, EPA 542-F-96-021
- Guía del ciudadano: El enjuague del suelo in situ, EPA 542-F-96-022
- Guía del ciudadano: Medidas biocorrectivas, EPA 542-F-96-023
- Guía del ciudadano: La extracción de vapores del suelo y la aspersión de aire, EPA 542-F-96-024
- Guía del ciudadano: Medidas fitocorrectivas, EPA 542-F-96-025
- Guía del ciudadano: Atenuación natural, EPA 542-F-96-026
- Guía del ciudadano: Muros de tratamiento, EPA 542-F-96-027

Otras publicaciones de interés:

- *Selected Alternative and Innovative Treatment Technologies for Corrective Action and Site Remediation: A Bibliography of EPA Resources*, EPA 542-B-95-001. **Bibliografía de publicaciones del EPA sobre técnicas de tratamiento innovadoras.**
- *Innovative Treatment Technologies: Annual Status Report (7th Ed.)*, EPA 542-R-95-008. **Descripción de lugares donde se han usado técnicas de tratamiento innovadoras o para los cuales se han seleccionado técnicas de este tipo.**
- *Innovative Treatment Technologies: Annual Status Report Database*. **Base de datos computadorizada automática con la descripción de lugares donde se han usado técnicas de tratamiento innovadoras o para los cuales se han seleccionado técnicas de este tipo.** La base de datos se puede recibir gratis por computadora; está en la cartelera electrónica con información sobre operaciones de limpieza del EPA (CLU-IN). Llame a CLU-IN, módem: 301-589-8366. El número de teléfono de CLU-IN para ayuda técnica es 301-589-8368. La base de datos también se puede comprar en disquetes. Consulte al NCEPI para más pormenores.

Para obtener ejemplares de las publicaciones precedentes, diríjase a:  
National Center for Environmental Publications and Information (NCEPI)  
P.O. Box 42419  
Cincinnati, OH 45242  
Envíe su pedido por fax al 513-489-8695.

Si estos documentos están agotados, puede dirigirse a otras fuentes, en cuyo caso es posible que tenga que pagarlos.