



**tema 1**

**Introducción a la  
descontaminación de suelos**



# Objetivos

1. Situación actual y evolución
2. Métodos de remediación

Los objetivos son obvios.



- 1 Reconocimiento de la situación
- 2 Planificación de un proyecto de descontaminación
- 3 Introducción a las técnicas de descontaminación



*1. Reconocimiento de la situación*

1

**Reconocimiento de la situación**



## Suelos contaminados. Hoy

- \* comprobación de la situación
- \* reconocimiento de las posibilidades

En Holanda

1981 ▶▶▶ 350 sitios ▶▶▶ 1.000 mill. €

1995 ▶▶▶ 300.000 sitios ▶▶▶ 50 bill. €

- \* nuevos objetivos
  - ✓ no máximo control: prioridades y niveles
  - ✓ costes / producción
  - ✓ multifuncionalidad / monofuncionalidad
- \* búsqueda de resultados, valoración de riesgos
  - ✓ reducción de riesgos
  - ✓ protección humana / ambiental
  - ✓ reducción mantenimiento

Como ya dijimos en el tema anterior sólo se empezó a hablar de la contaminación del suelo en la década de los 1970/1980. Y después de la contaminación tuvieron que pasar unos cuantos años para que se empezara a hablar de descontaminación. La descontaminación del suelo es pues un tema reciente (desgraciadamente demasiado) y además con un desarrollo en principio errático porque se empieza a tratar de este problema por aparición de una serie de catástrofes (Lekkerker/Holanda; Love Canal /USA ...). Se crea una gran alarma social y hay una reacción desproporcionada de la sociedad. La primera reacción es ¡A POR TODAS, limpieza de todos los suelos contaminados y limpieza total de estos!. Si pero resulta que la contaminación de los suelos no representa hechos aislados sino que está mucho mas generalizada de lo que en un principio se pensaba. ¡No hay ni tiempo ni recursos para ir a por todas!.

Los gobiernos se han planteado que antes de descontaminar hay que comprobar como esta la situación.

Un paso muy práctico es el enfoque de buscar la monofuncionalidad del suelo. Ya no se busca limpieza total, sino parcial, útil para solo un determinado uso (selección uso en función de la contaminación y técnica de limpieza).

Fundamental, lo primero, valoración de riesgos (como va a repercutir en los humanos y en el medio ambiente). Búsqueda de riesgos aceptables y no seguridad total (pero esto de buscar una solución parcial del problema es muy frecuente en nuestra sociedad, por ejemplo, es lo mismo que se hace para el tráfico de coches, si buscamos seguridad total no estaría permitido pasar de 10 km/hora; ¡pero esto no es operativo!, buscando calidad de vida hay que aceptar moderado riesgo ... pues ¡igual en contaminación de suelos!



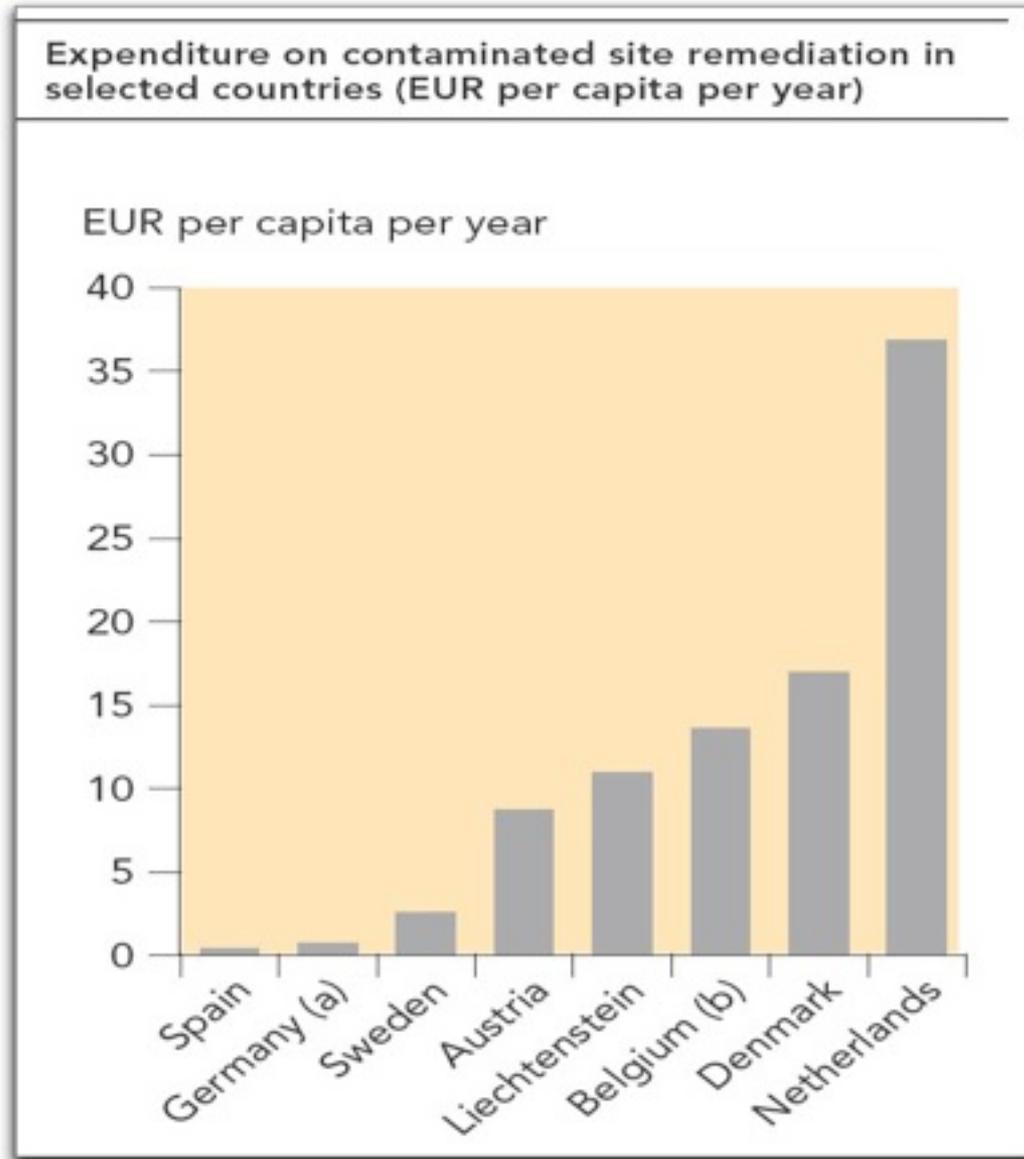
### 1. Reconocimiento de la situación

Table 1.13-5: Previewed funding of priority sites in Spain for the period 1995 and 2005; source: [35], [68]

Region	Potentially contaminated industrial activities	Potentially contaminated sites	Characterised places	Funding MEURO
Andalucia	1 396	683	43	418.90
Aragon	717	356	7	43.52
Asturias	394	160	17	33.09
Baleares	303	13	4	13.80
Canarias	396	245	12	32.97
Cantabria	238	81	8	71.28
Castilla-La Mancha	287	415	15	41.37
Castilla y Leon	811	438	29	33.90
Cataluna	4 913	611	60	398.85
Ceuta-Melilla	22	5	1	-
Extremadura	183	44	6	3.42
Galicia	860	543	26	34.54
La Rioja	153	40	5	7.16
Madrid	2 277	248	25	57.86
Murcia	469	84	14	145.66
Navarra	334	40	9	29.71
Pais Vasco	2 059	556	45	400.65
Valencia	2 330	340	44	82.65
<b>Total</b>	<b>18 142</b>	<b>4 902</b>	<b>370</b>	<b>1 849.33</b>



1. Reconocimiento de la situación



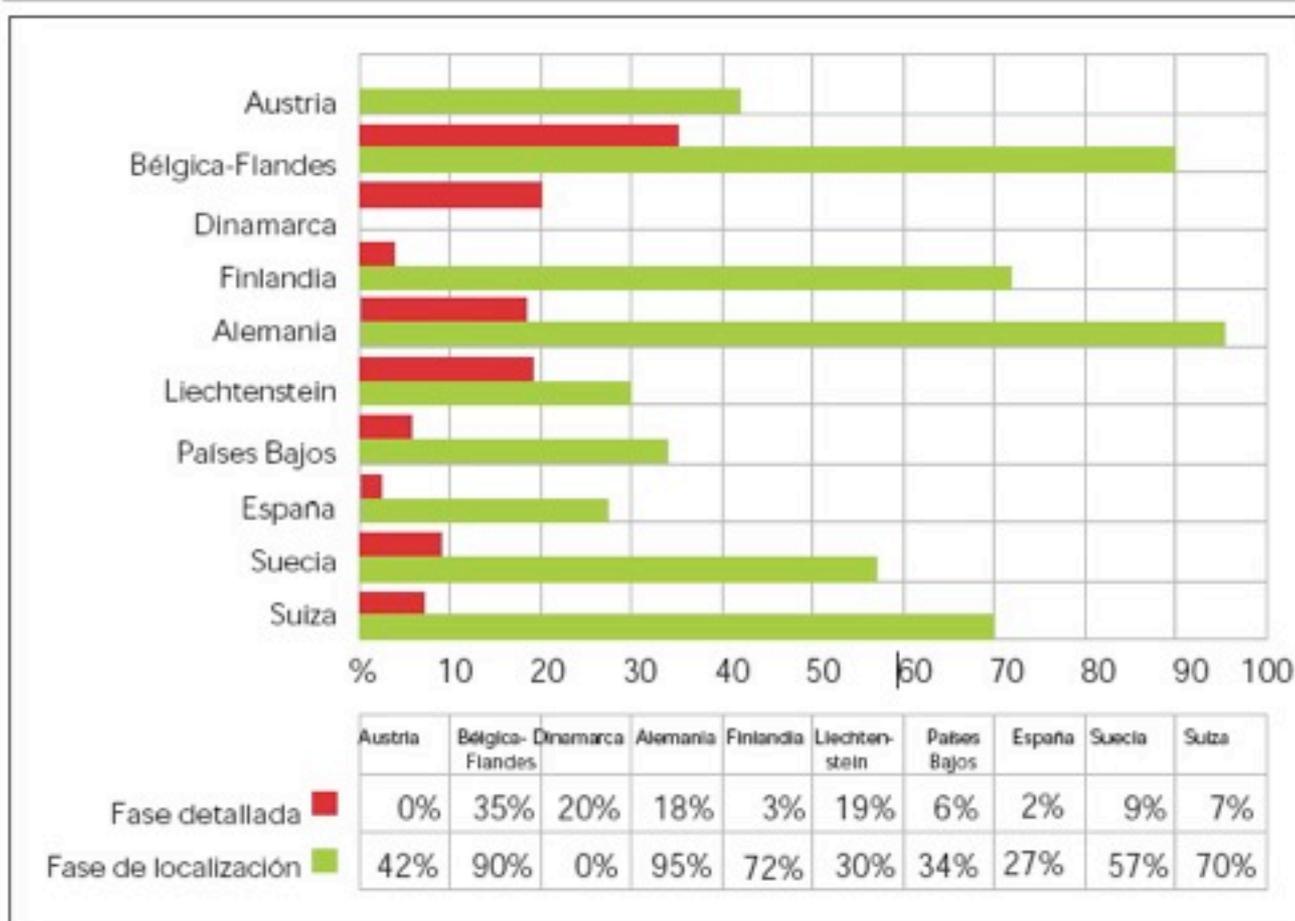
Lo que los Presupuestos Generales del Estado destinan a esta actividad



## 1. Reconocimiento de la situación

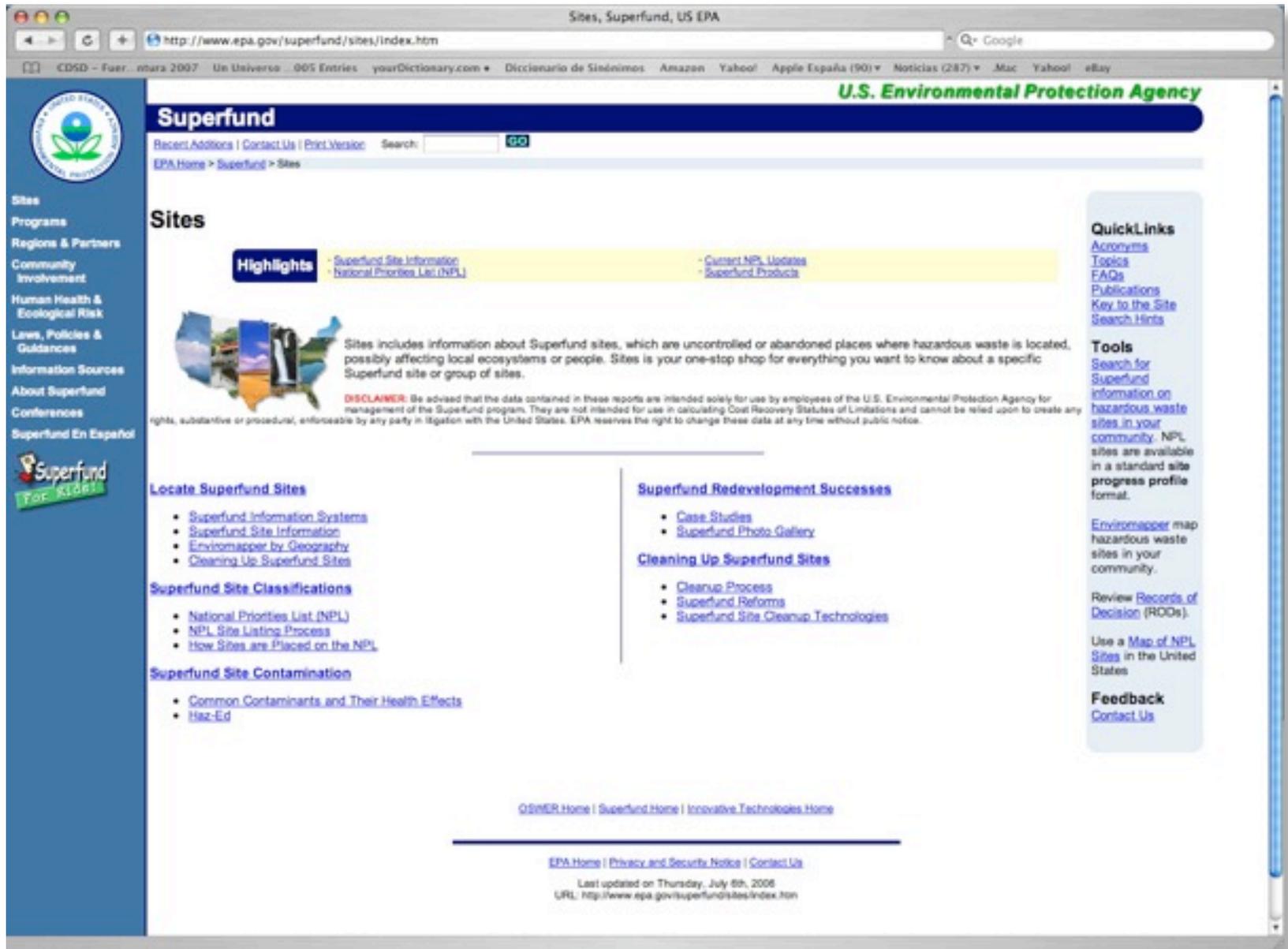
Figura 6

Avances en el tratamiento de lugares contaminados de una selección de países europeos





## 1. Reconocimiento de la situación



The screenshot shows the EPA Superfund Sites website. The browser address bar displays <http://www.epa.gov/superfund/sites/index.htm>. The page header includes the EPA logo and the text "U.S. Environmental Protection Agency". The main content area is titled "Superfund" and features a search bar. Below the search bar, there is a "Highlights" section with a yellow background, containing links for "Superfund Site Information", "National Priorities List (NPL)", "Current NPL Updates", and "Superfund Products". A central graphic shows a map of the United States with a small image of a person. Below the map, the text states: "Sites includes information about Superfund sites, which are uncontrolled or abandoned places where hazardous waste is located, possibly affecting local ecosystems or people. Sites is your one-stop shop for everything you want to know about a specific Superfund site or group of sites." A disclaimer follows: "DISCLAIMER: Be advised that the data contained in these reports are intended solely for use by employees of the U.S. Environmental Protection Agency for management of the Superfund program. They are not intended for use in calculating Cost Recovery Statutes of Limitations and cannot be relied upon to create any rights, substantive or procedural, enforceable by any party in litigation with the United States. EPA reserves the right to change these data at any time without public notice." The page is organized into several columns of links: "Locate Superfund Sites" (including Superfund Information Systems, Superfund Site Information, EnviroMapper by Geography, and Cleaning Up Superfund Sites); "Superfund Site Classifications" (including National Priorities List (NPL), NPL Site Listing Process, and How Sites are Placed on the NPL); "Superfund Site Contamination" (including Common Contaminants and Their Health Effects and Haz-Ed); "Superfund Redevelopment Successes" (including Case Studies and Superfund Photo Gallery); and "Cleaning Up Superfund Sites" (including Cleanup Process, Superfund Reforms, and Superfund Site Cleanup Technologies). A "QuickLinks" sidebar on the right contains links for Acronyms, Topics, FAQs, Publications, Key to the Site, Search Hints, and Tools. The footer includes links for OASIS Home, Superfund Home, and Innovative Technologies Home, along with the EPA Home, Privacy and Security Notice, and Contact Us links. The page was last updated on Thursday, July 6th, 2006, with the URL <http://www.epa.gov/superfund/sites/index.htm>.

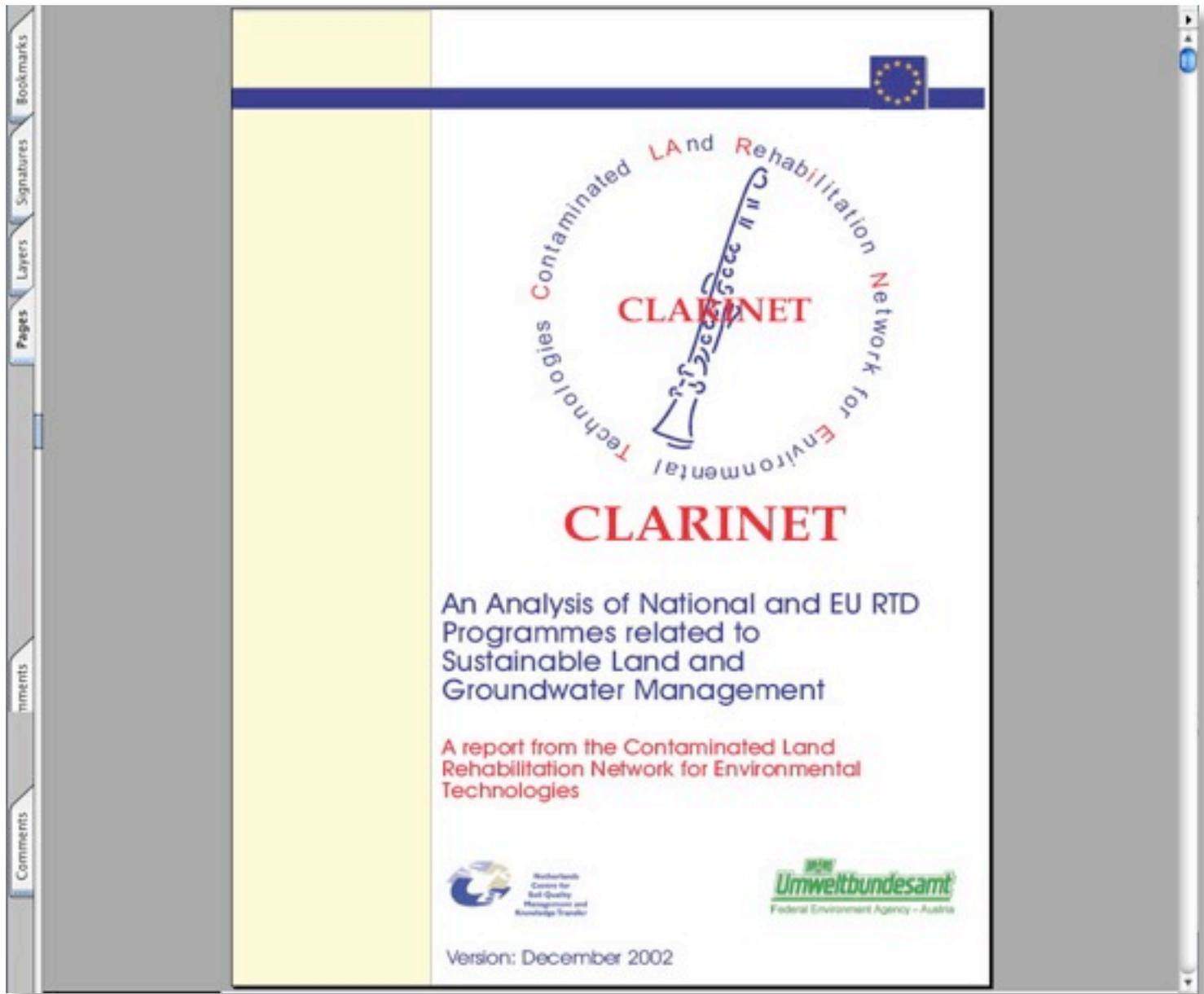


2

## **Planificación de un proyecto de descontaminación**



## 2. Proyecto CLARINET





## 2. Proyecto CLARINET

The screenshot shows the CLARINET website interface. At the top, there is a navigation bar with links for HOME, CLARINET RESEARCH, POLICY, NETWORKS, LIBRARY, and LINKS. The main content area is titled "CLARINET the Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies in Europe". It lists "Final results from the CLARINET Network available:" followed by a bulleted list of reports and documents. On the left side, there is a sidebar with the logo of the Austrian Federal Government (Umweltbundesamt) and a section titled "FINAL CLARINET RESULTS" with links to various reports.

**CLARINET**  
the Contaminated Land Rehabilitation Network  
for Environmental Technologies in Europe

Final results from the CLARINET Network available:

- [Sustainable Management of Contaminated Land](#)
- [Brownfields and Redevelopment of Urban Areas](#)
- [Remediation of Contaminated Land Technology Implementation in Europe](#)
- [Review of Decision Support Tools for Contaminated Land Management, and their Use in Europe](#)
- [An Analysis of National and EU RTD Programmes related to Sustainable Land and Groundwater Management](#)
- [Proceedings of the Conference on "Sustainable Management of Contaminated Land"](#)
- [Variation in calculated human exposure. Comparison of calculations with seven European human exposure models](#)
- [Special Edition on Land Contamination and Reclamation: \*\*The Sustainable Management and Remediation of Contaminated Land\*\*](#)

[Online Order Form for Reports](#)

**This Website ...**  
... provides actual and comprehensive information related to contaminated land management in Europe



## Risk Based Land Management (CLARINET)

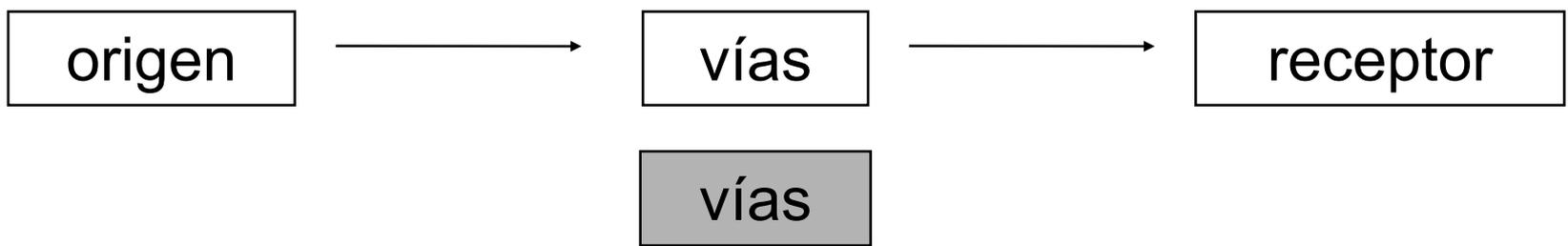


### 2. Proyecto CLARINET

- \* procedencia: histórica o actual
- \* caracterización
  - naturaleza del contaminante
  - concentración del contaminante
  - especiación del contaminante (fraccionamiento)
  - propiedades del suelo
  - usos del suelo
  - niveles de contaminación oficiales



## Risk Based Land Management (CLARINET)



2. Proyecto CLARINET

\* medio

suelo, agua, aire

\* velocidad

naturaleza del contaminante

concentración del contaminante

especiación (fraccionamiento) del contaminante

propiedades del suelo

Se propaga a través del suelo, del agua o del aire

La velocidad de la transmisión dependerá de:



## Risk Based Land Management (CLARINET)



2. Proyecto CLARINET

- \* vías de exposición  
ingestión, inhalación, dérmica
- \* tipo de receptores  
niños, ancianos, adultos  
animales, vegetales  
medio ambiente
- \* tiempo de exposición  
días al año  
número de años



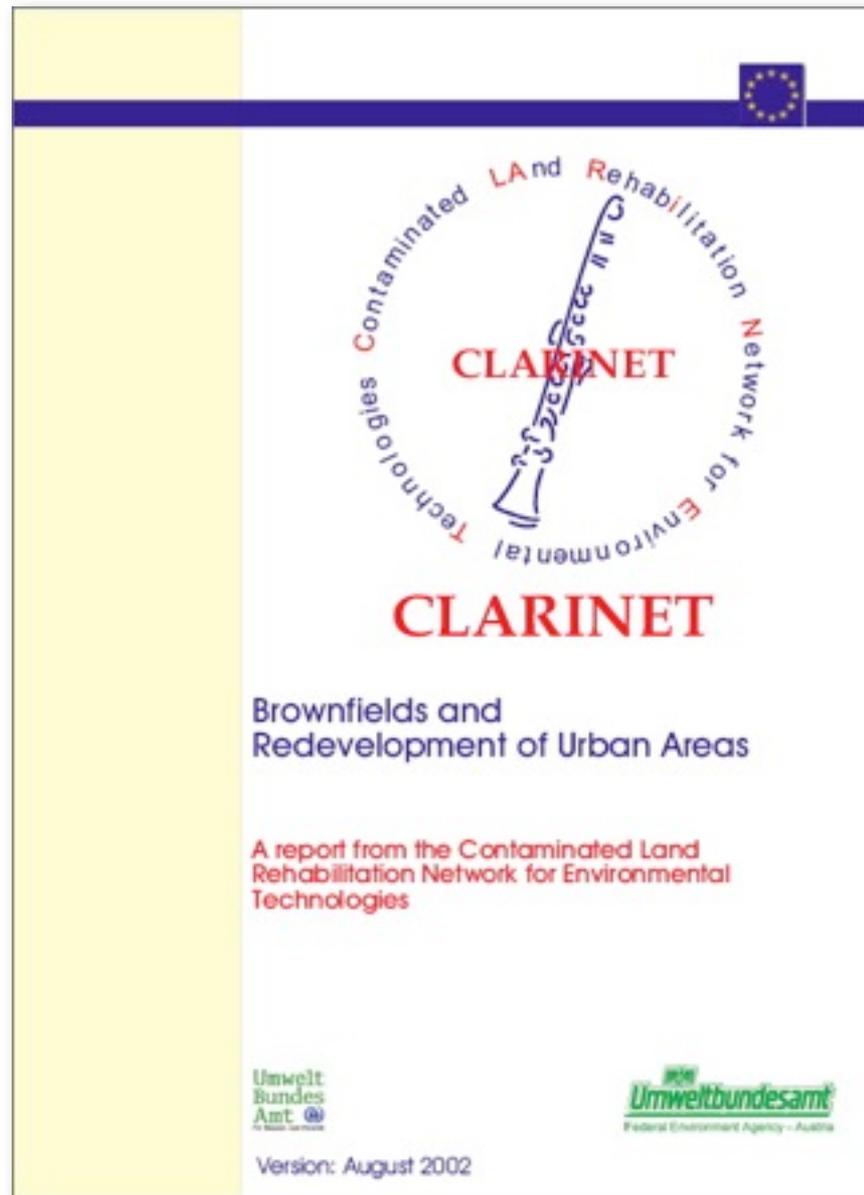
## Risk Based Land Management (CLARINET)

Esquema de trabajo. 3 fases esenciales

- ✿ caracterización de la contaminación
  - valoración de riesgos
  - establecimiento de prioridades
- ✿ planteamiento de la limpieza
  - elección de la técnica adecuada
  - desarrollo del método
- ✿ control de rendimientos
  - valoración de la reutilización del suelo
  - valoración de costes / beneficios (económicos y ambientales)
  - valoración de la evolución a largo plazo



## 2. Proyecto CLARINET



Los métodos desarrollados para la descontaminación de suelos están orientados casi exclusivamente a la contaminación local, las producidas por la industria y la minería. Es la contaminación de los suelos junto a las fábricas, en los polígonos industriales y polos de desarrollo. Son los suelos “sucios” que hay en los alrededores de las ciudades, suelos de un impacto visual muy negativo y además son suelos de alto valor como solares. Son los denominados en la literatura anglosajona como “brownfields”. Por estas razones se ha empezado a tratar estos suelos y se ha dejado los suelos agrícolas para más adelante aunque estos suelos afectan a enormes superficies de terreno.



Brownfields



Suelos de parcelas industriales. Polígono industrial de Huelva



Brownfields



Polígono industrial de  
Huelva



*Suelos de minas*



Suelos de mina.  
Mazarrón



## Descontaminación. Primeras experiencias

1980/90

- ✓ confinamiento en vertederos
- ✓ protesta generalizada de la comunidad científica
- ✓ aparición primeras legislaciones



## Descontaminación. Hoy

Prohibición de anular suelos reutilizables

### Legislación holandesa

- 1 caracterización de la contaminación
- 2 planteamiento de los métodos de descontaminación
- 3 definición de costes con obligación de realizar los tratamientos adecuados siempre que no se superen unos costes máximos.  
("x" €/tn con una reutilización menor del 80%)  
("y" €/tn con una reutilización menor del 40%)

Centro de Gubernamental para el Tratamiento del Suelo de Holanda

- ✓ 1995/2003 ▶▶▶ 19 mill tn
- ✓ 37% no aptos para reutilización ▶▶▶ aislamiento



## 3. Técnicas de descontaminación

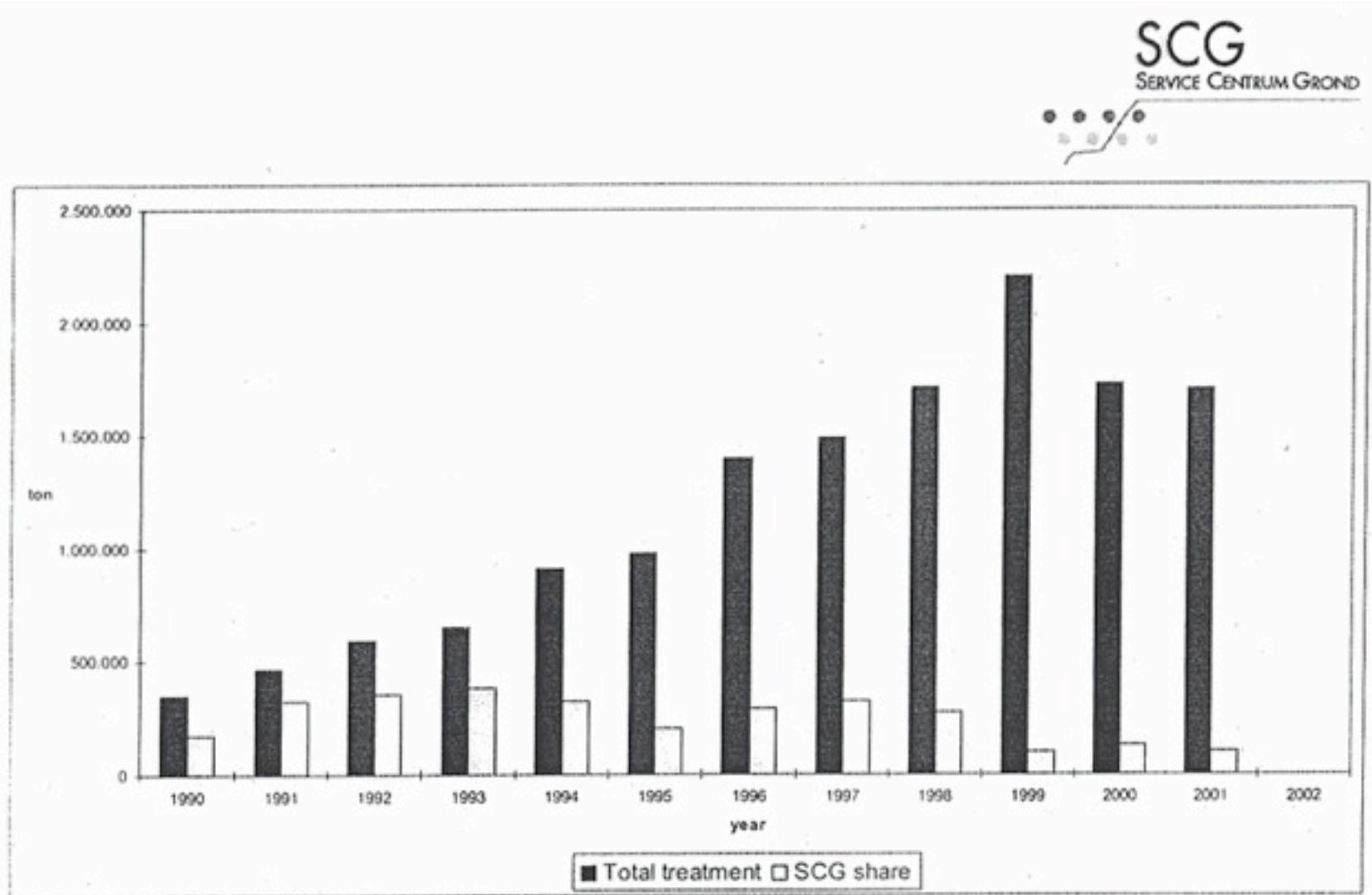


FIGURE 4 - Centrally subcontracted soil treatment (by SCG) and total treated soil.

Al principio toda la descontaminación a cargo del estado holandés pero posteriormente las empresas privadas van copando el mercado.



## 3. Técnicas de descontaminación

The screenshot shows the website for LITOCLEAN, a company specializing in soil remediation. The page features a navigation menu, a main header with the company logo, and a list of services. A large image of a woman lying in a field is accompanied by the slogan "Soil is our dream". The website also displays logos for ENAC and SERIM, and a list of projects developed in national and international contexts. A language selector is visible at the bottom of the page.

**LITOCLEAN**

presentación | actividades | tecnologías | recursos | la calidad | ámbitos de actuación | clientes y referencias | legislación | novedades y noticias

ENAC INSPECCIÓN Nº 13323/00

SERIM

Proyectos desarrollados en los ámbitos de actuación nacional e internacional:

- Caracterización del subsuelo de más de 380 Estaciones de Servicio.
- Caracterización de más de 120 episodios de contaminación de suelos y aguas subterráneas.
- Análisis de riesgo asociados a más de 280 episodios de contaminación (RBCA).
- Actuaciones de remediación en más de 104 casos, con extensiones desde 500 a 40000 m<sup>2</sup> implicando volúmenes de suelo de hasta 35000 m<sup>3</sup> y 5000 m<sup>3</sup> de aguas subterráneas, situados entre 1 y 150 m de profundidad.

Soil is our dream

Terminado

Snapz Pro X

Suelos Contaminados  
10 años de experiencia en la valoración de suelos contaminados  
[www.litoclean.es](http://www.litoclean.es)

català  
 english

En España, están apareciendo algunas empresas ...



### 3. Técnicas de descontaminación





## 3. Técnicas de descontaminación

The screenshot shows a web browser window displaying the website [www.insuma.es](http://www.insuma.es). The page title is "Suelos contaminados". The website header includes the INSUMA logo and the text "Investigación de Suelos y Medio Ambiente". A navigation menu on the left lists various services: Presentación, Contacto, Servicios, Suelos, Geotecnia, Biorremediación, Situación, Proyectos, and Enlaces. The main content area is titled "Suelos contaminados:" and contains a list of services and procedures. To the right, there is a photograph of an excavator working on a contaminated site, with a link to download the Real Decreto 9/2005 de 14 de enero.

**Suelos contaminados:**

- Estudio histórico de emplazamientos previo a evaluación de posibles contaminaciones del suelo.
- Informe preliminar de situación de suelos (IPS), según el Real Decreto 9/2005 de 14 de enero.
- Informes de estado periódicos.
- Inventarios de suelos potencialmente contaminados.
- Proyectos de Investigación de la contaminación en suelos.
- Modelización del transporte de contaminantes y afección a elementos sensibles.
- Análisis de riesgo Ambientales.
- Caracterización y remediación de suelos contaminados.
- Asistencias Técnicas en procesos de descontaminación de suelos.
- Control y seguimiento de emplazamientos recuperados.
- Tramitación de permisos ante la Administración Competente.
- Auditorías ambientales de transacciones de compra-venta ( Due Diligence).
- Revisión y validación de estudios ambientales realizados por terceras empresas.
- Establecimiento de medidas correctoras y/o preventivas que eviten la contaminación del suelo.

Descarga el Real Decreto 9/2005 de 14 de enero, incluido anexo de actividades potencialmente contaminantes del suelo:  
[R.D. 9/2005.pdf](#)



## 3. Técnicas de descontaminación

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying <http://www.consegur.es/?gclid=CN6n9pOO1ZICFQ6tQwodQT>. The browser's address bar also shows several search engines and services like Edafología, Universi..., Google, Asociación de Intern..., UPSEOS - Test de v..., Prensa, Bancos, Diccionarios, and Traductores. The website header includes the CONSEGUR logo and navigation links: noticias, quiénes somos, servicios, descargas, enlaces, and solicitud presupuesto. The main content area is titled 'informe preliminar de suelos' and contains the following information:

**objeto:**  
El informe preliminar de suelos (IPS), permite a la Administración hacer una valoración sobre la posible contaminación de un suelo como consecuencia de la actividad desarrollada por las empresas.

**obligatoriedad:**  
Según el R.D. 9/2005, deben presentar informe preliminar de suelos:

- Los titulares de todas las actividades potencialmente contaminantes, recogidas en el Anexo I de dicho real decreto.
- Las empresas que producen, manejan o almacenan más de 10 toneladas de una o varias sustancias incluidas en el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (R.D. 363/1965).
- Las empresas que almacenan combustible para uso propio, según el R.D. 1523/1965. Reglamento de instalaciones petrolíferas, con un consumo anual medio, superior a 300.000 litros y con un volumen de almacenamiento igual o superior a 50.000 litros.

**presentación:**

- Antes del 7 de febrero de 2007
- Un informe por cada suelo.
- En la comunidad Autónoma donde se encuentre ubicado.

**otras obligaciones:**  
Así mismo se debe presentar informe de situación de suelo en los siguientes casos:

- Establecimiento de una nueva actividad potencialmente contaminante.
- Clausura de una actividad potencialmente contaminante.
- Ampliación o modificación de una actividad potencialmente contaminante.
- Cambio de uso de suelo en el que se desarrolló una actividad potencialmente contaminante.

Additional links on the page include 'consulta la legislación' and 'solicita presupuesto'. The footer of the browser window indicates 'Transfiriendo datos desde www.capaformacion.com'.



## Tratamientos de descontaminación\* de suelos

Prevenir mejor que descontaminar!

Recuperar o destruir

Técnicas de limpieza, el suelo (todo o parte) se recupera.

Técnicas de destrucción de los contaminantes extraídos.

Para la extracción o destrucción de los contaminantes de los suelos se utilizan procesos físicos, químicos y biológicos.

Los procesos físicos y químicos, en general, son más eficaces, más disponibles y más rápidos que los biológicos.

\* control de suelos contaminados

Procedimientos laboriosos, complejos, lentos, costosos, resultados incompletos.

El plan para la rehabilitación de la mina de Sudbury de níquel dio un presupuesto que superaba al beneficio obtenido por todas las minas del mundo desde el comienzo de su explotación.



## Tratamientos de descontaminación de suelos

- ✓ In situ
- ✓ Ex situ
  - ✗ on site
  - ✗ off site

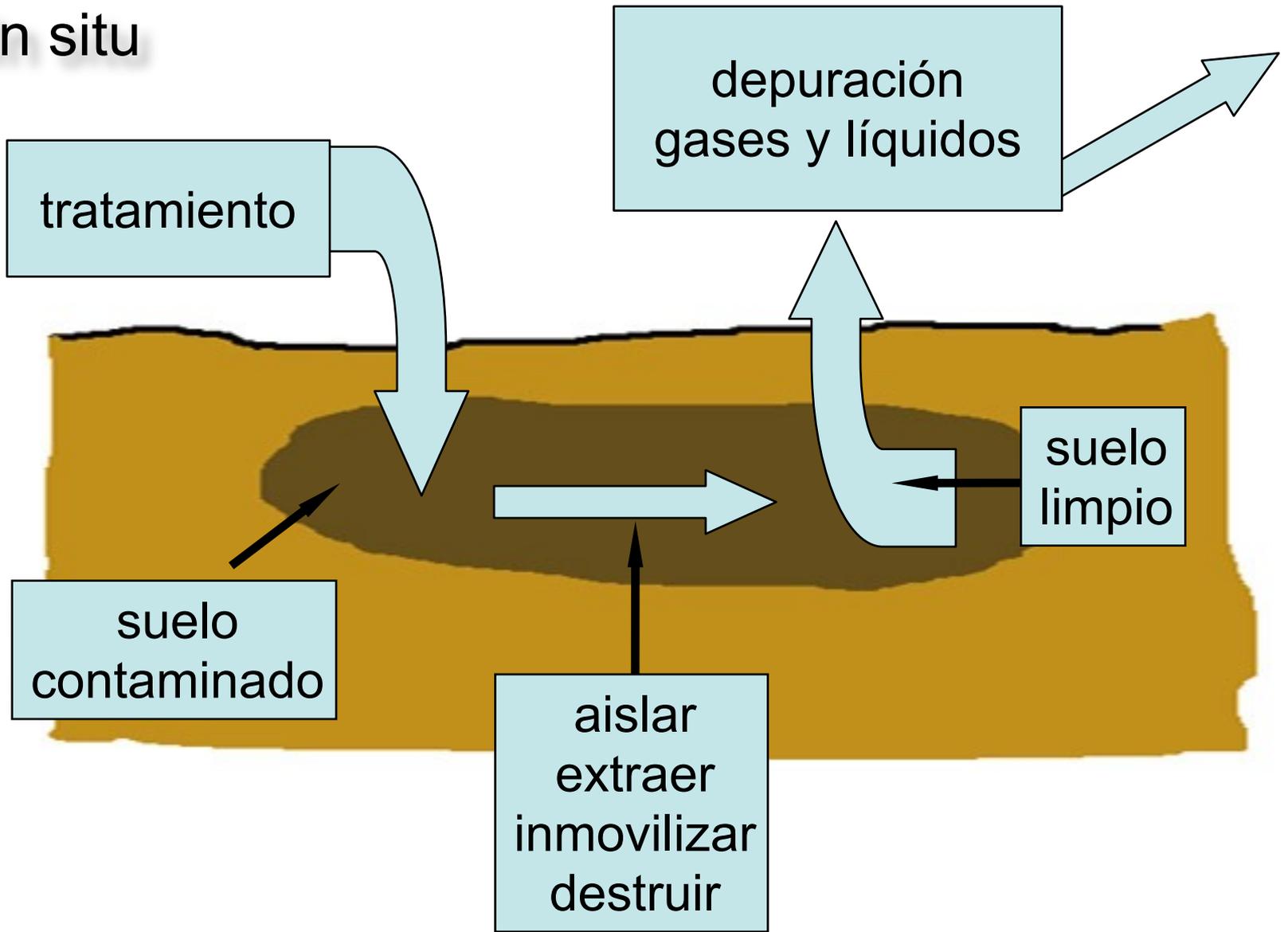
In situ, el tratamiento se lleva a cabo sin excavación.

Ex situ el suelo es excavado, si luego se trata sobre el suelo, en el propio lugar, será on site, mientras que si se lleva a una planta de tratamiento es off site.



3. Técnicas de descontaminación

In situ



Sin excavación.



#### In situ



#### **Ventajas**

- ✓ Costes bajos



#### **Inconvenientes**

- ✓ Accesibilidad
- ✓ Arrastre
- ✓ Duración
- ✓ Comprobación de los resultados

Menores costes al no requerir excavación ni transportes (se evita el problema de transportar mercancías peligrosas).

Solo se accede directamente a la capa superficial, al resto, puntualmente, a través de pozos (además, heterogeneidad).

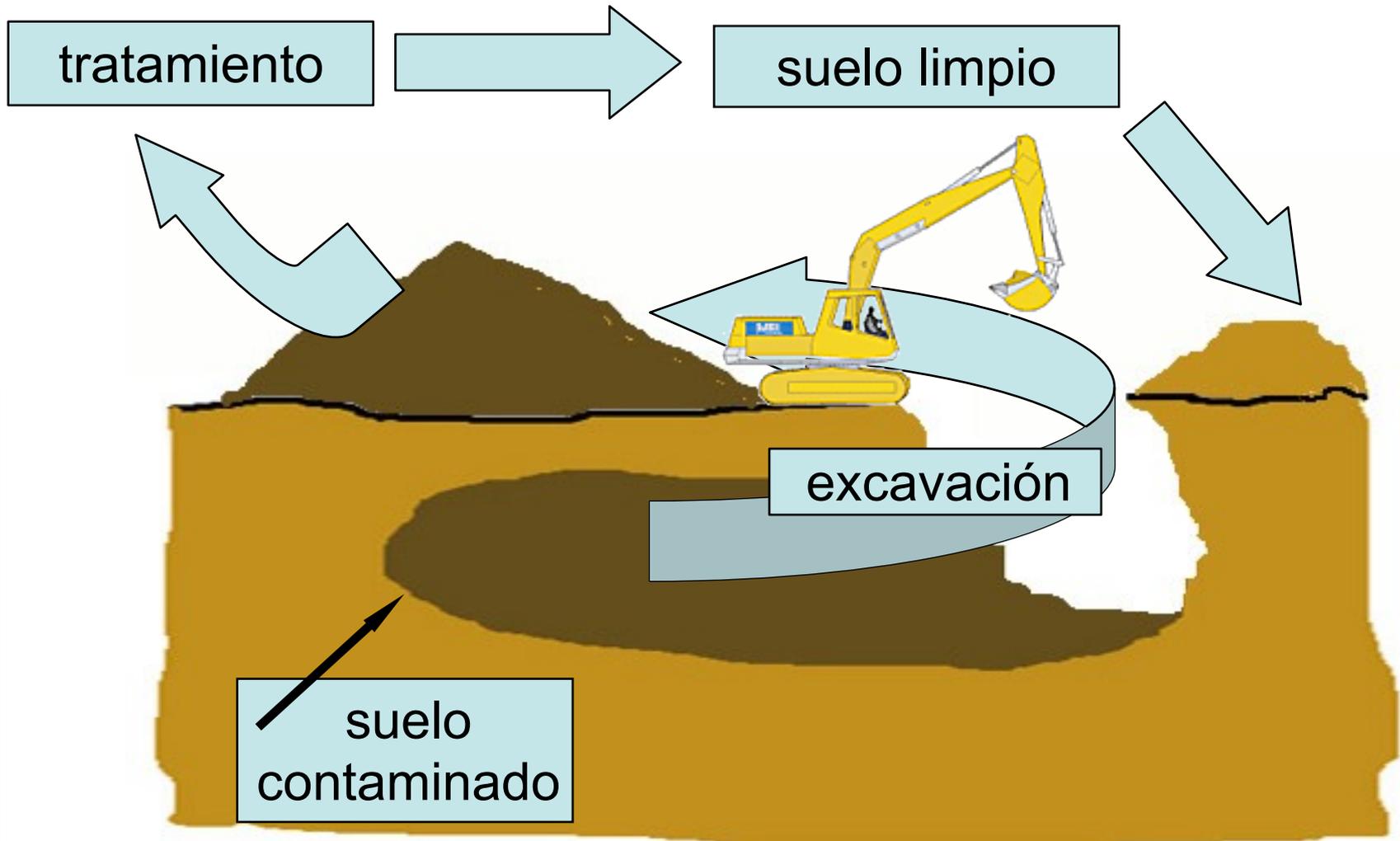
Normalmente se requieren largos tiempos de tratamiento.

Dificultad de medida de la contaminación antes y después del tratamiento.



3. Técnicas de descontaminación

Ex situ





## Ex situ



### Ventajas

- ✓ Accesibilidad
- ✓ Homogeneización
- ✓ Fácil manejo en situaciones controladas
- ✓ Obtención de análisis
- ✓ Eficacia del tratamiento
- ✓ Duración del tratamiento



### Inconvenientes

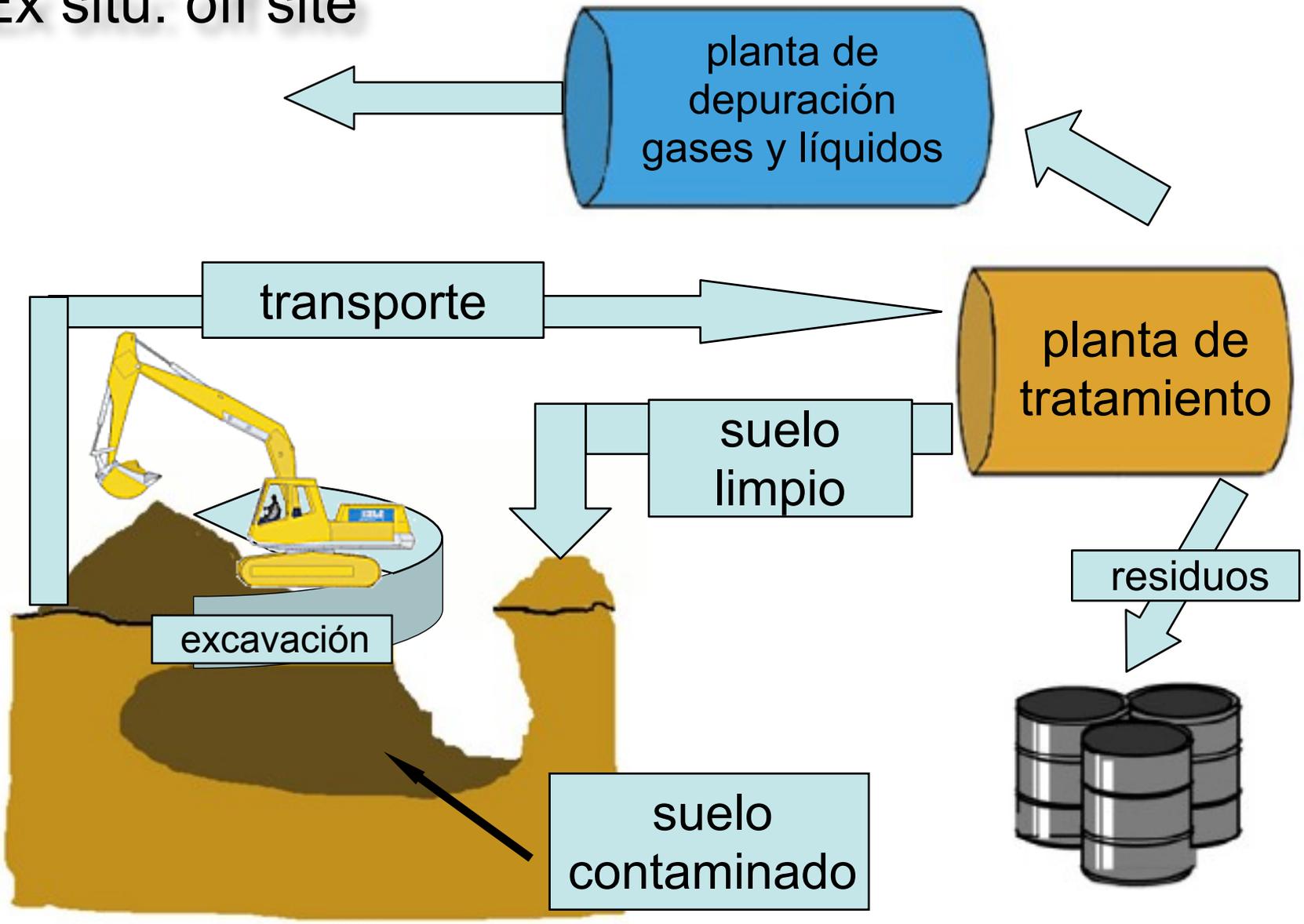
- ✓ Excavación
- ✓ Transporte
- ✓ Costes

Homogeneización (mezcla y trituración y separación por fracciones),  
Situación controlada por parámetros estándares en plantas permanentes, experimentadas y controladas  
Análisis antes, durante y después.  
Eficacia, tratamientos más completos.  
Inconvenientes: transporte (a la planta y desde la planta, problemas de manejo de sustancias peligrosas).



3. Técnicas de descontaminación

Ex situ: off site

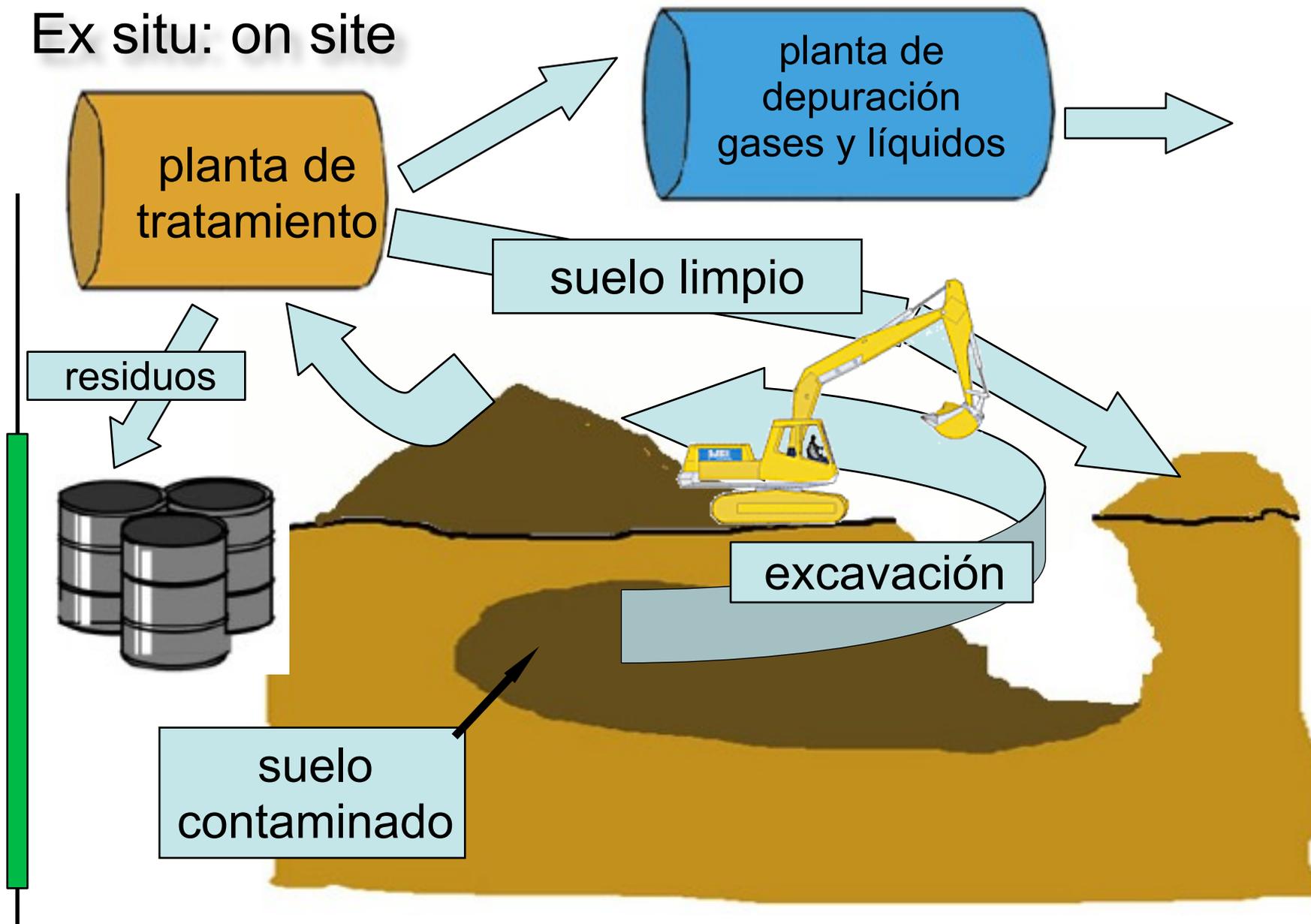


Pero hay otro tratamiento in situ que se desarrolla en el propio lugar



## 3. Técnicas de descontaminación

Ex situ: on site



Ventajas: transporte mínimo (más barato), se evitan los problemas derivados de transportar mercancías peligrosas,

Inconvenientes: llevar la planta de tratamiento hasta el propio lugar.



Las técnicas de descontaminación son muy numerosos y muy diferentes en función del tipo de contaminante y de las características del suelo donde se encuentran. Los próximos temas se dedicarán a estas técnicas.