

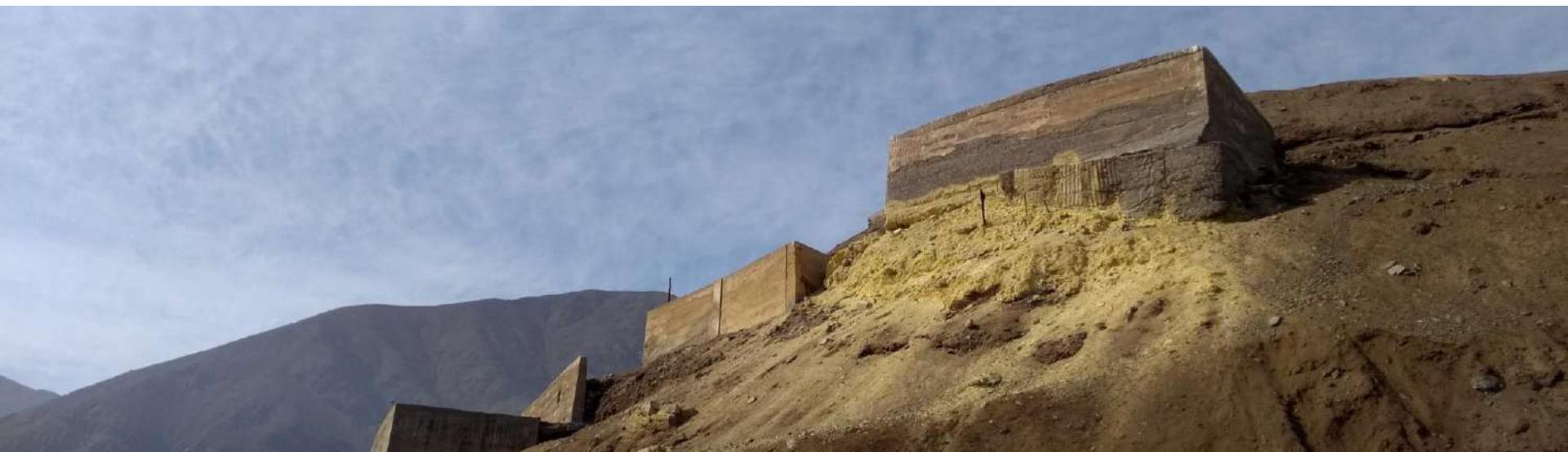
# Evaluación de sitios contaminados: conceptos, metodologías y aplicaciones

*Seminario de Sitios Contaminados*



# Temas a tratar

- Relevancia de la contaminación de suelos
- Conceptos clave
- Metodologías de evaluación y gestión
- Aplicaciones prácticas



# ¿Por qué son importantes los suelos?



Fuente: SKG Planet



EnSoil

# ¿Por qué la contaminación de suelos es un problema?



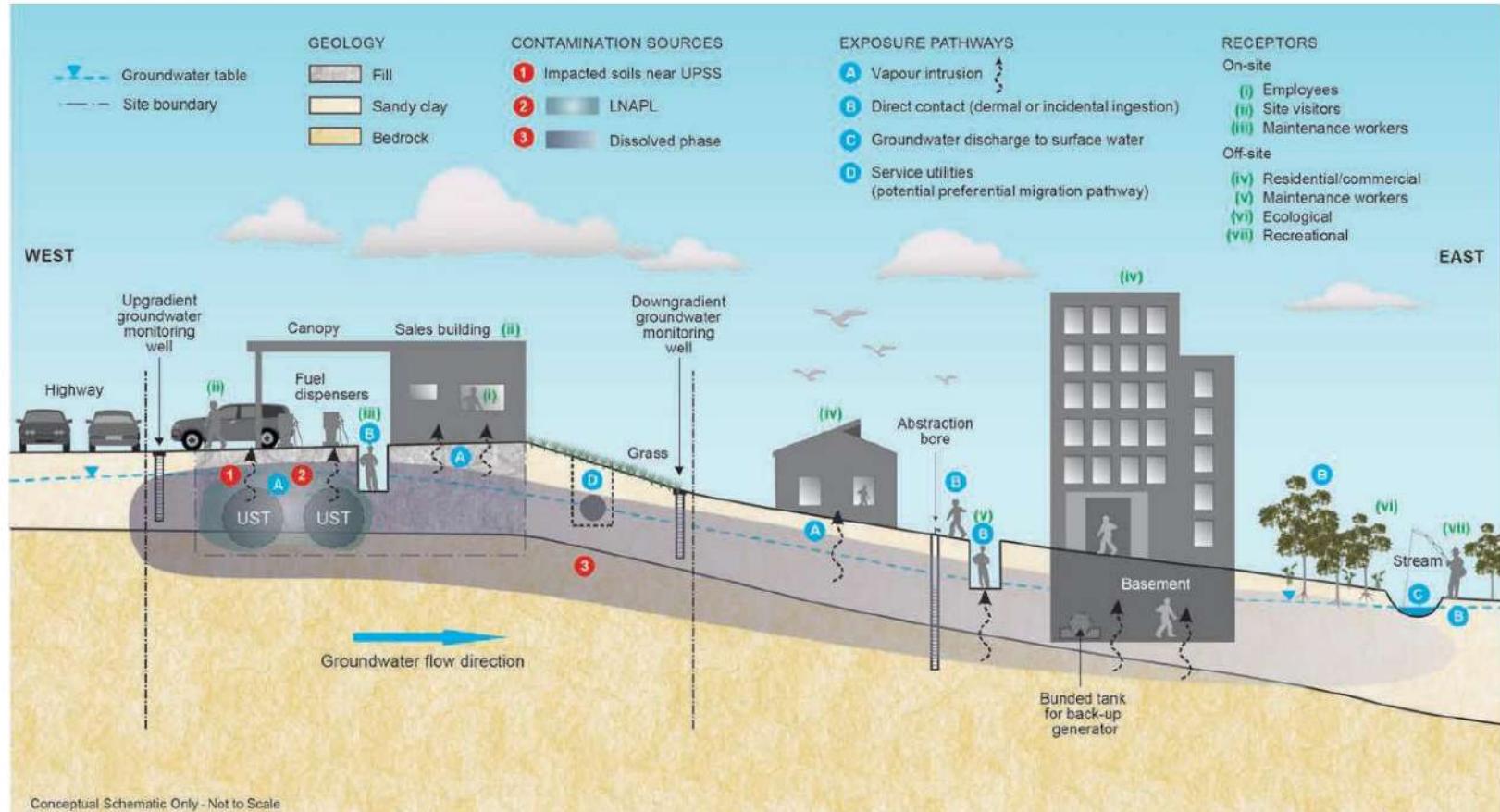
- Impactos a:
  - Salud humana (efectos crónicos)
  - Ecosistemas
  - Otros: calidad de vida, paisaje, etc.
- Muchas veces es invisible



EnSoil

# ¿Por qué la contaminación de suelos es un problema?

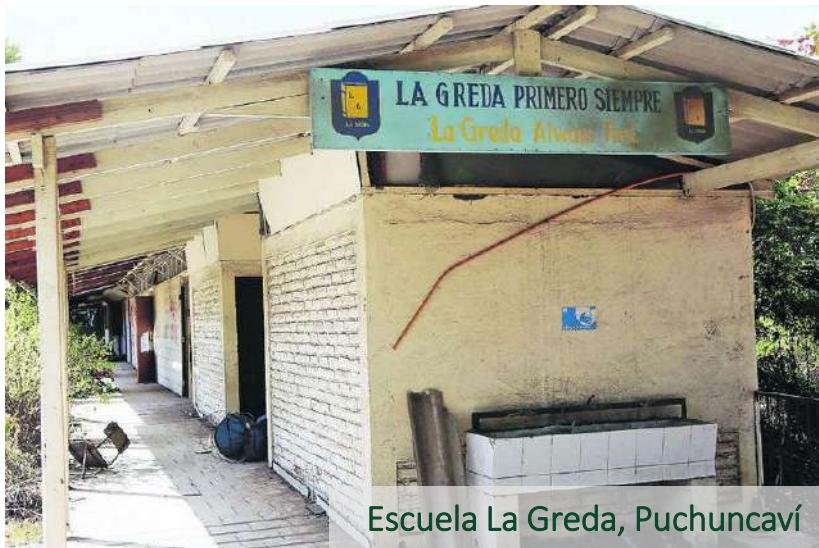
**Figure 2 Schematic conceptual site model of service station site**



Fuente: New South Wales EPA



# ¿Por qué la contaminación de suelos es un problema?



Escuela sobre suelos contaminados por industrias cercanas



Viviendas sobre residuos mineros  
provenientes de Suecia (polimetales)



Relaves de minería histórica (plomo, arsénico)



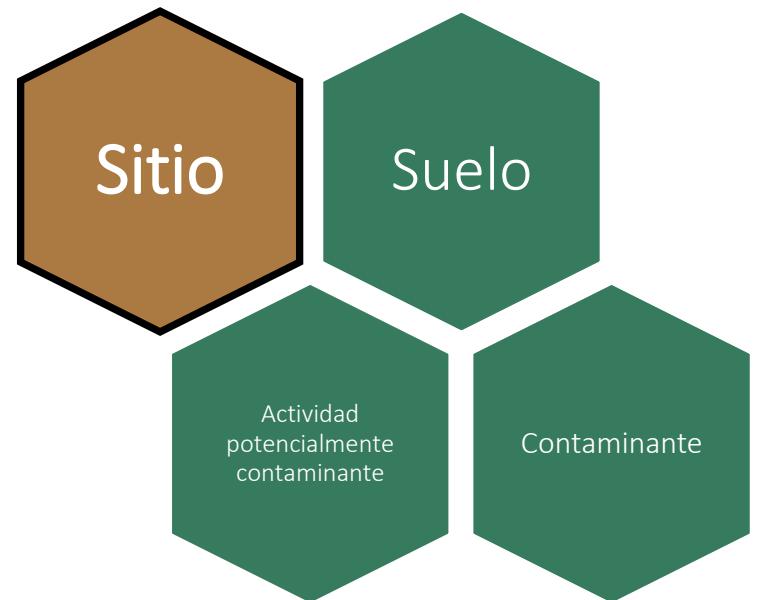
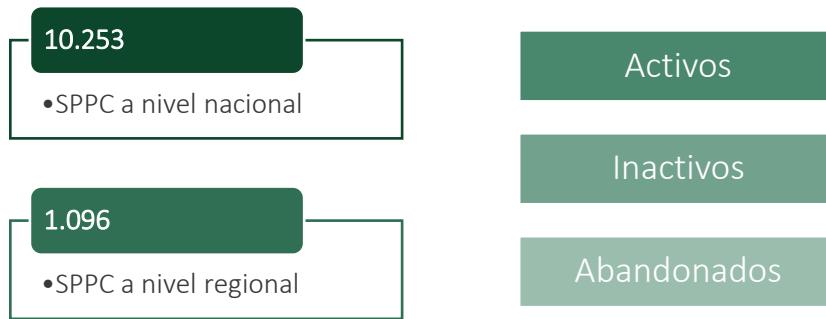
EnSoil

# Conceptos claves



# Conceptos claves

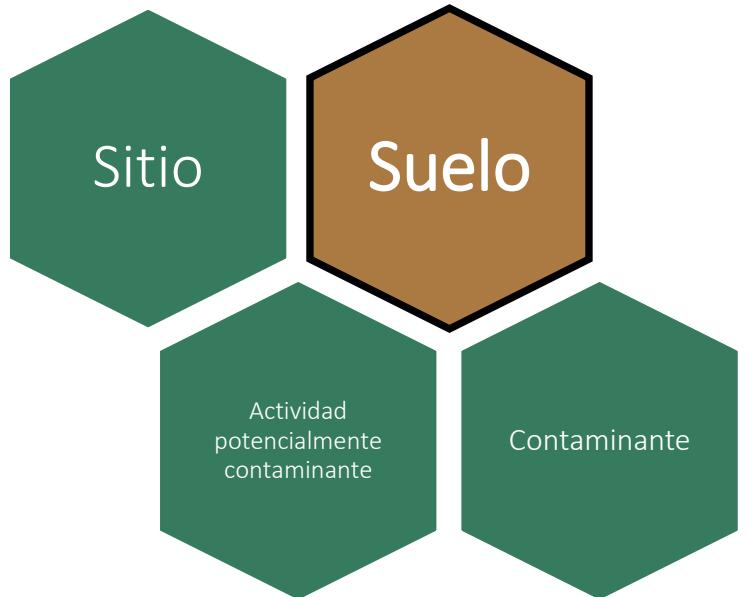
- ❖ **Sitio:** lugar o terreno delimitado geográficamente en el que se desarrollan o han desarrollado actividades potencialmente contaminantes.



EnSoil

# Conceptos claves

- ❖ **Suelo:** capa superior de la superficie terrestre compuesta por minerales, materia orgánica, agua y aire.

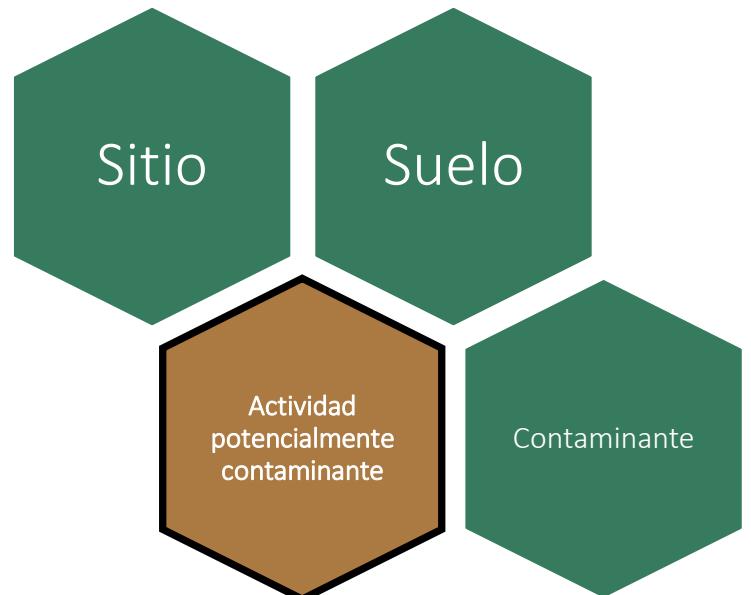


EnSoil

# Conceptos claves

- ❖ **Actividades potencialmente contaminantes (APC):** aquellas actividades que producen, utilizan, manipulan, manejan, almacenan, tratan o disponen sustancias que, por sus características fisicoquímicas, biológicas y toxicológicas, producen o pueden producir daños momentáneos o permanente a la salud de las personas o el medio ambiente.

Actividad potencialmente contaminante	Número de sitios
Estaciones de servicio de combustibles	2027
Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro	1730
Disposición de Residuos Mineros Masivos	1643
Disposición de residuos sólidos	1519
Desarrollo minero de petróleo y gas	920
Industria Forestal	610
Mal manejo de sustancias peligrosas	370
Talleres mecánicos	358
Minería no metálica	302
Formulación o fabricación de productos químicos	153
Fabricación de muebles a nivel industrial	85
Generación de energía eléctrica > 3MW	83
Maestranzas, astilleros y centros de mantenimientos de aeronaves	74
Reciclaje y valorización de residuos	73
Otra actividad contaminante con evidencia directa de contaminación en suelo	69
Industria de Cemento (portland, siderúrgicos, y puzolánicos), Hormigón, Asfalto y fibrocemento	59
Extracción y procesamiento de mineral de Carbón	49
Puertos	49
Extracción y procesamiento de mineral de Hierro y Acero	45
Otros	35
<b>Total</b>	<b>10253</b>



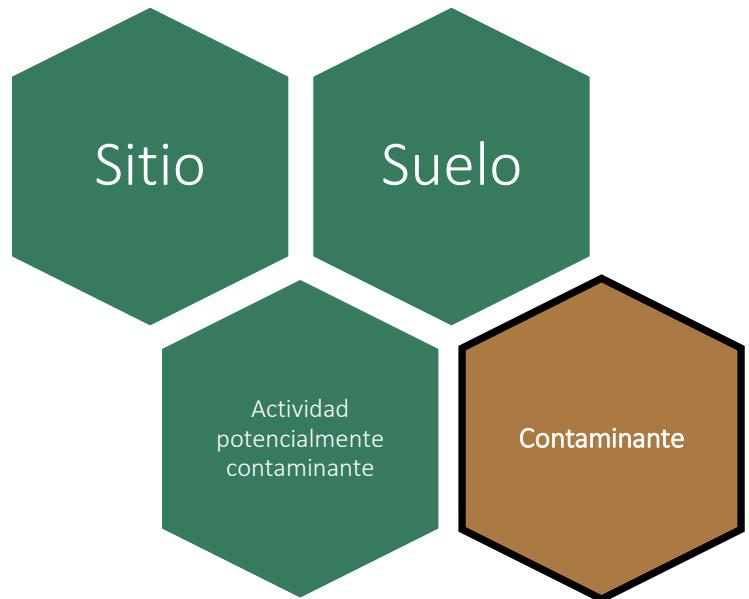
# Conceptos claves

- ❖ **Contaminante:** Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, luminosidad artificial o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, **en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud** de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental. (Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Título I, art. 2 letra d)

Inorgánicos

Orgánicos

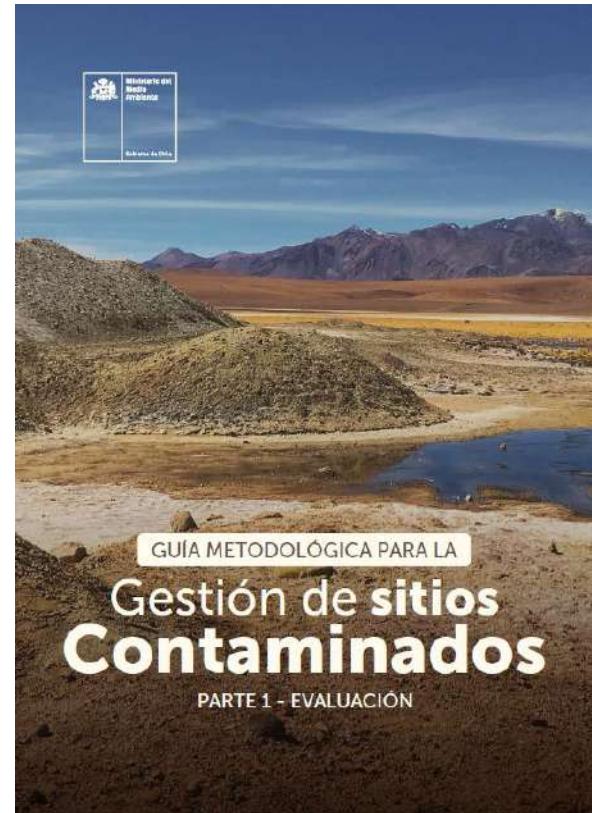
- Metales (plomo, arsénico, etc.)
- No se degradan
- Combustibles, solventes, dioxinas, etc.
- Algunos se degradan eventualmente, otros persisten



EnSoil

# Metodología de evaluación y gestión

- ❖ Guía metodológica para la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes (Res. E. 406/2013 del MMA), en proceso de actualización
- ❖ Basada en metodologías internacionales de evaluación de riesgos (US EPA)



EnSoil

# Metodología de evaluación y gestión

## *Principios de la gestión de sitios*

Proceso en etapas,  
de menor a mayor  
detalle y  
complejidad

Basado en  
información  
disponible en el  
momento

Depende de uso  
actual y futuro

Identificación,  
priorización y visita



Evaluación



Remedición y  
manejo



EnSoil

# Metodología de evaluación y gestión

## *Etapas de la gestión de sitios*

- Actividades potencialmente contaminantes
- Cercanía a población, cursos de agua, usos de suelos, usos de aguas, ecosistemas sensibles

Identificación,  
priorización y visita  
(Fase I)



Evaluación  
(Fase II y Fase III)

- Análisis de antecedentes
- Modelo conceptual: fuente-ruta-receptor
- Caracterización de matrices ambientales: muestreo y análisis de contaminantes
- Evaluación de riesgo



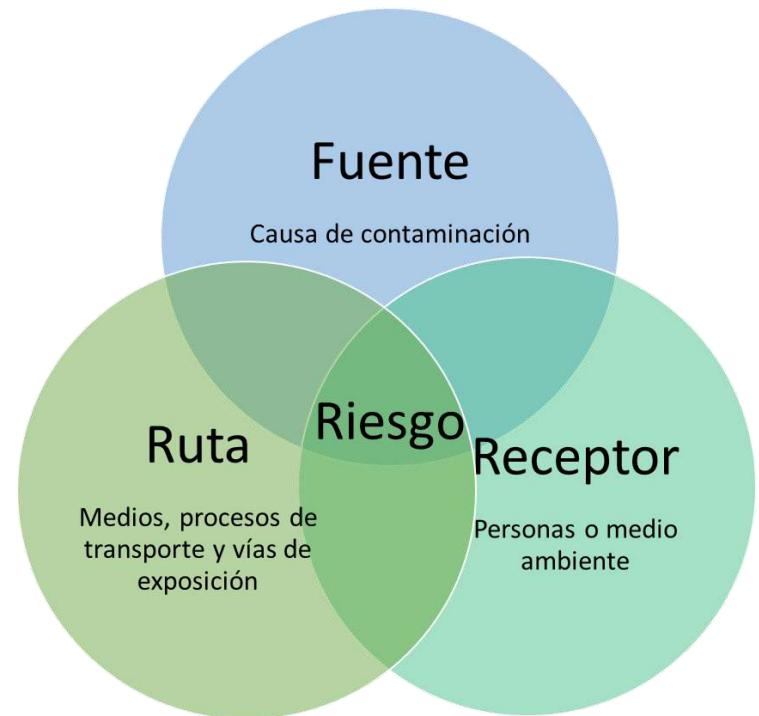
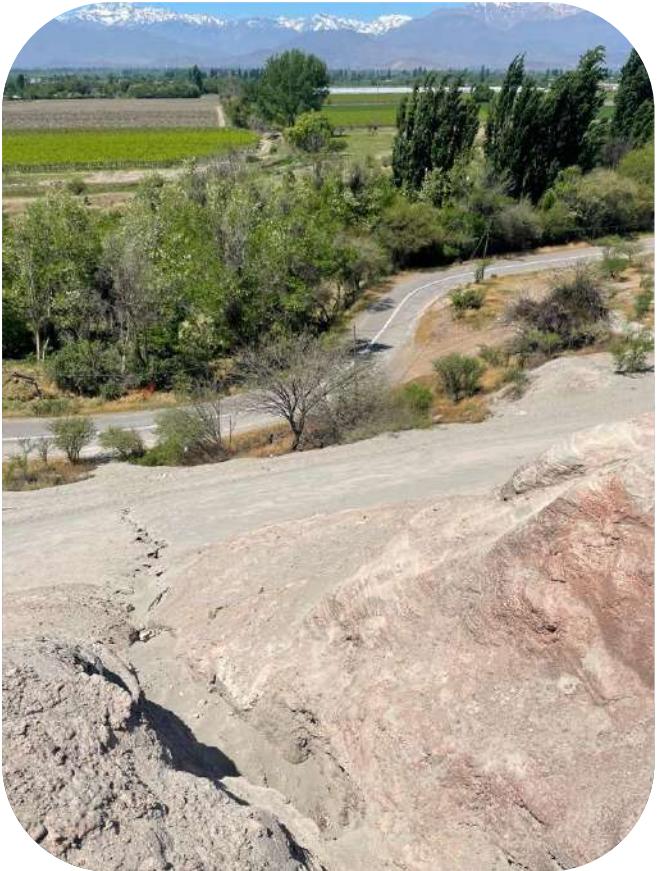
- Medidas para eliminar o reducir el riesgo hasta un nivel aceptable, mediante control de la fuente de contaminación (remediación) o la ruta de exposición (manejo)
- Diseño, ejecución y validación

Remediación o manejo



# Aplicaciones

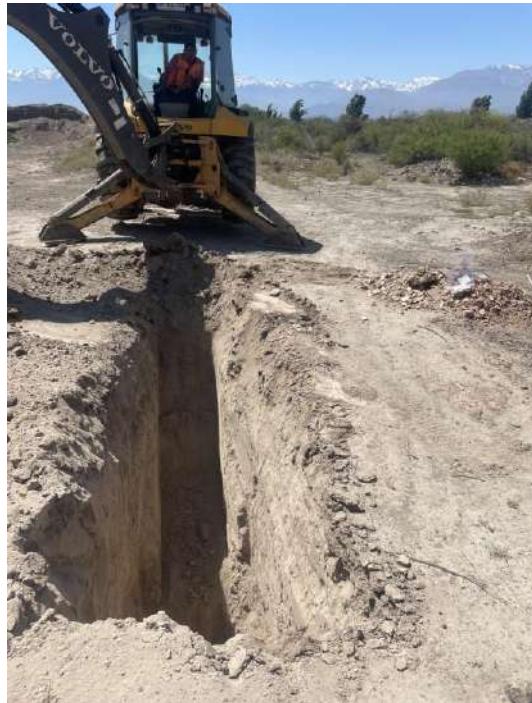
*Fase I: identificación, priorización y visita*



EnSoil

# Aplicaciones

## Fase II y III: evaluación



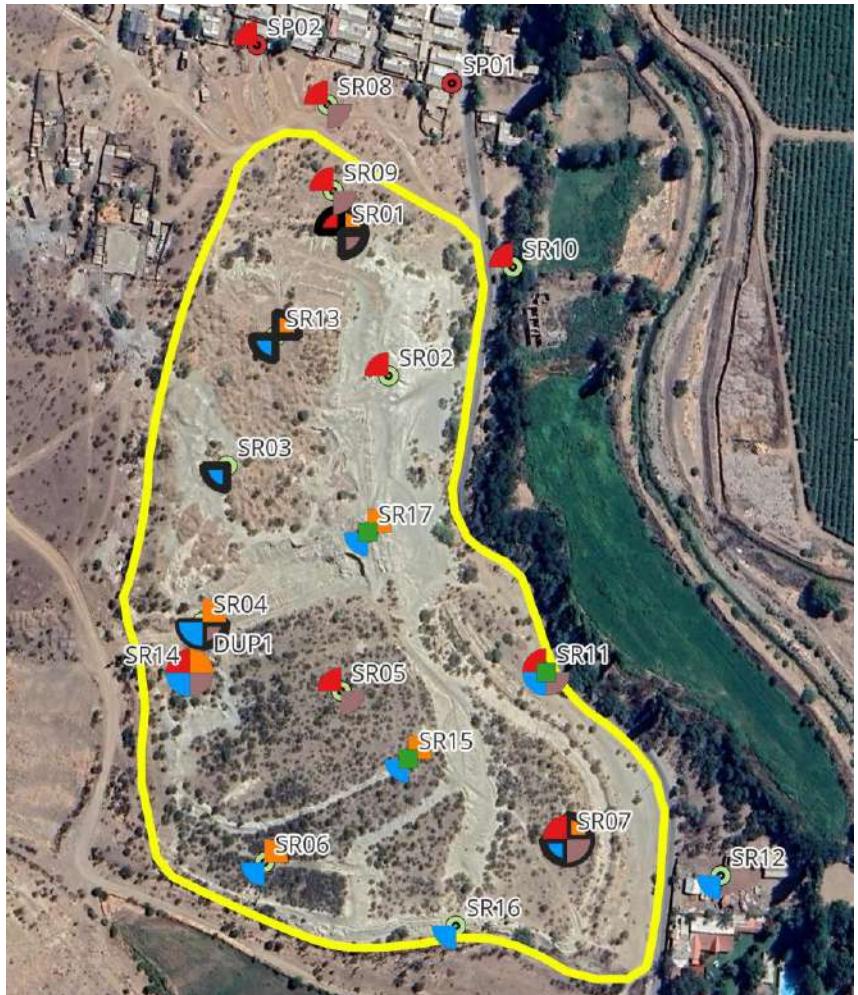
- Muestreo de suelos y otras matrices
- Análisis en laboratorio



EnSoil

# Aplicaciones

## Fase II y III: evaluación



### USO ACTUAL Y FUTURO

Escenario II  
*off-site*  
Residentes

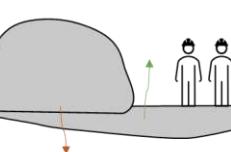
Inhalación de partículas  
en espacios exteriores



Escenario I  
*on-site*  
Trabajadores

Inhalación de partículas  
en espacios exteriores

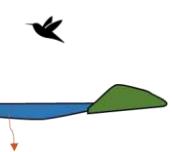
Ingestión y contacto  
dérmico



Escenario III  
*off-site*  
Receptores ecológicos

Contacto con agua y  
sedimentos

Ingestión de agua



- Comparación con niveles de referencia
- Modelo conceptual
- Evaluación del riesgo
- Delimitación de la contaminación



EnSoil

# Aplicaciones

## *Remediación y manejo*

### Remediación

- ❖ Eliminación de la fuente o reducción de contaminantes a niveles aceptables



Biorremediación



Excavación y disposición de suelos

### Otros métodos:

- Lavado de suelos
- Fitorremediación
- Oxidación
- Desorción térmica



EnSoil

# Aplicaciones

## *Remediación y manejo*

### Manejo

- ❖ Eliminación de la ruta de exposición



Cercado y señalización



Malla antierosión



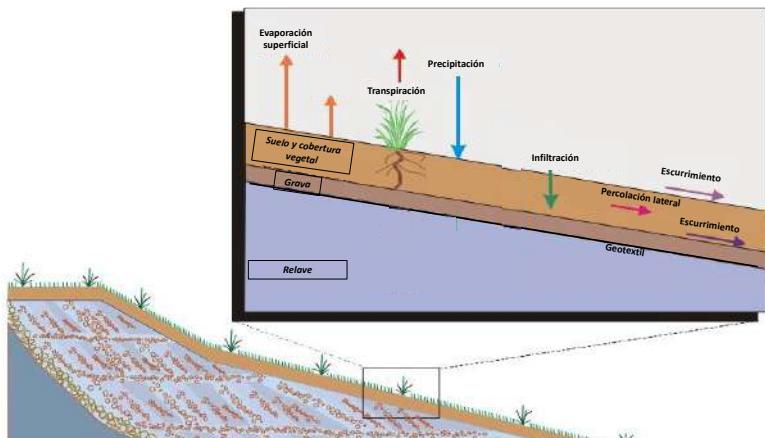
EnSoil

# Aplicaciones

## Remediación y manejo

### Manejo

- ❖ Eliminación de la ruta de exposición



Sistema de cobertura y fitoestabilización



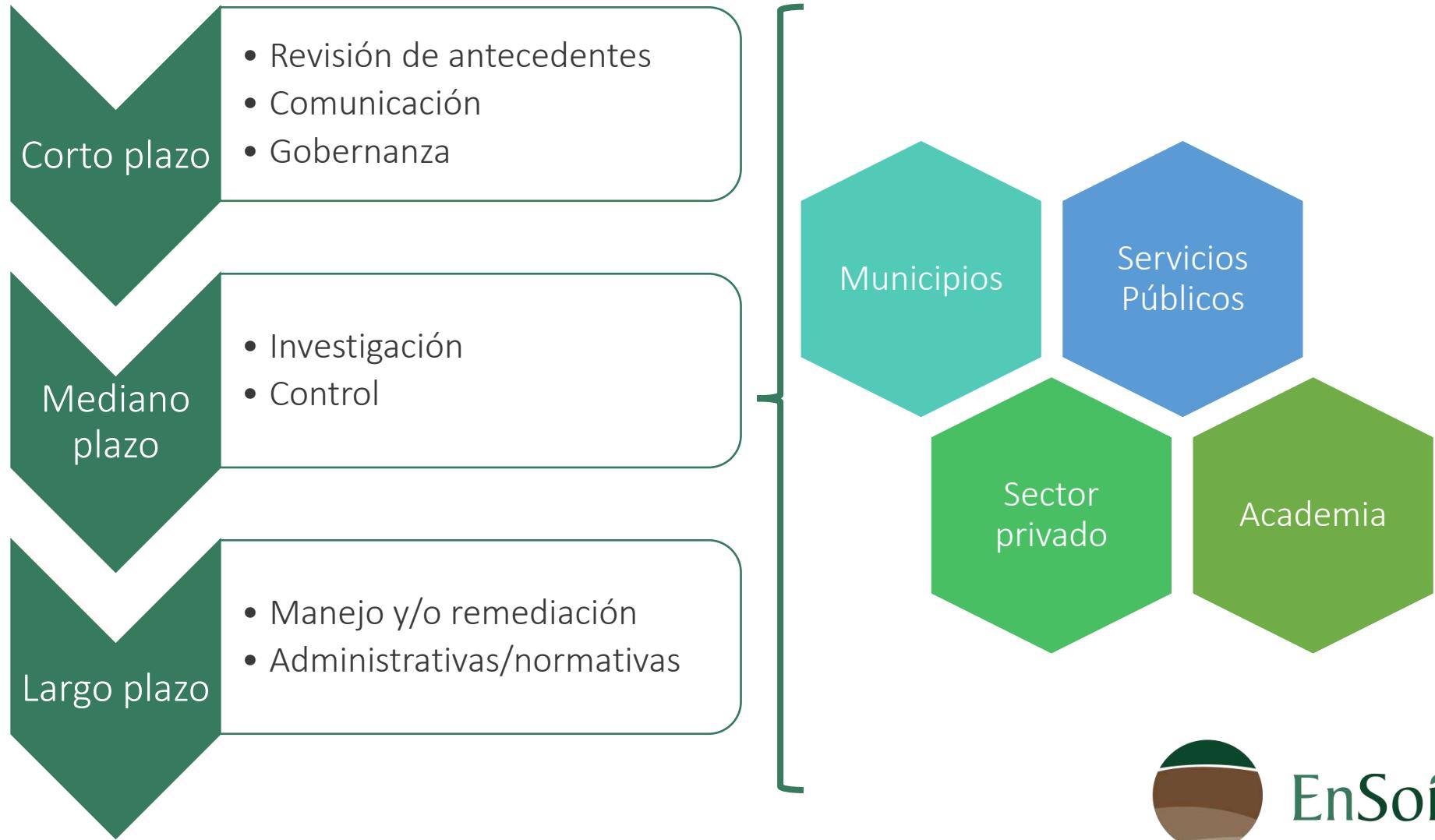
Encapsulamiento ej. geomembrana



EnSoil

# Aplicaciones

## *Medidas de acción para sitios contaminados*



# Aplicaciones

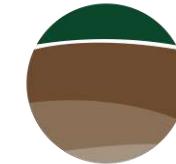
## *Medidas de acción para sitios contaminados*

### Política Nacional de Sitios Contaminados:

- ❖ Relevar la gestión de sitios contaminados a instituciones vinculadas
- ❖ Vinculación entre instrumentos normativos y de gestión sectoriales
- ❖ Comunicación y coordinación entre instituciones
- ❖ Cooperación público-privada



EnSoil



# ¡GRACIAS!

“Promoción de la participación y acompañamiento al proceso de elaboración  
de la Política Nacional de Sitios Contaminados”

*Ministerio del Medio Ambiente / EnSoil*

22 de abril de 2025