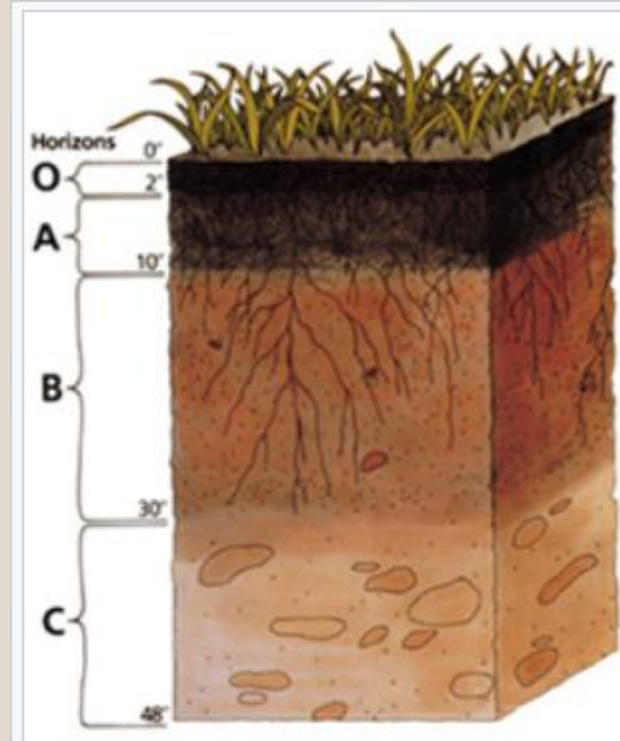


SUELO



Concepto

El suelo es la capa más superficial de la corteza de la Tierra, formada por minerales, materia orgánica, agua, aire y seres vivos.



Esquema del suelo:

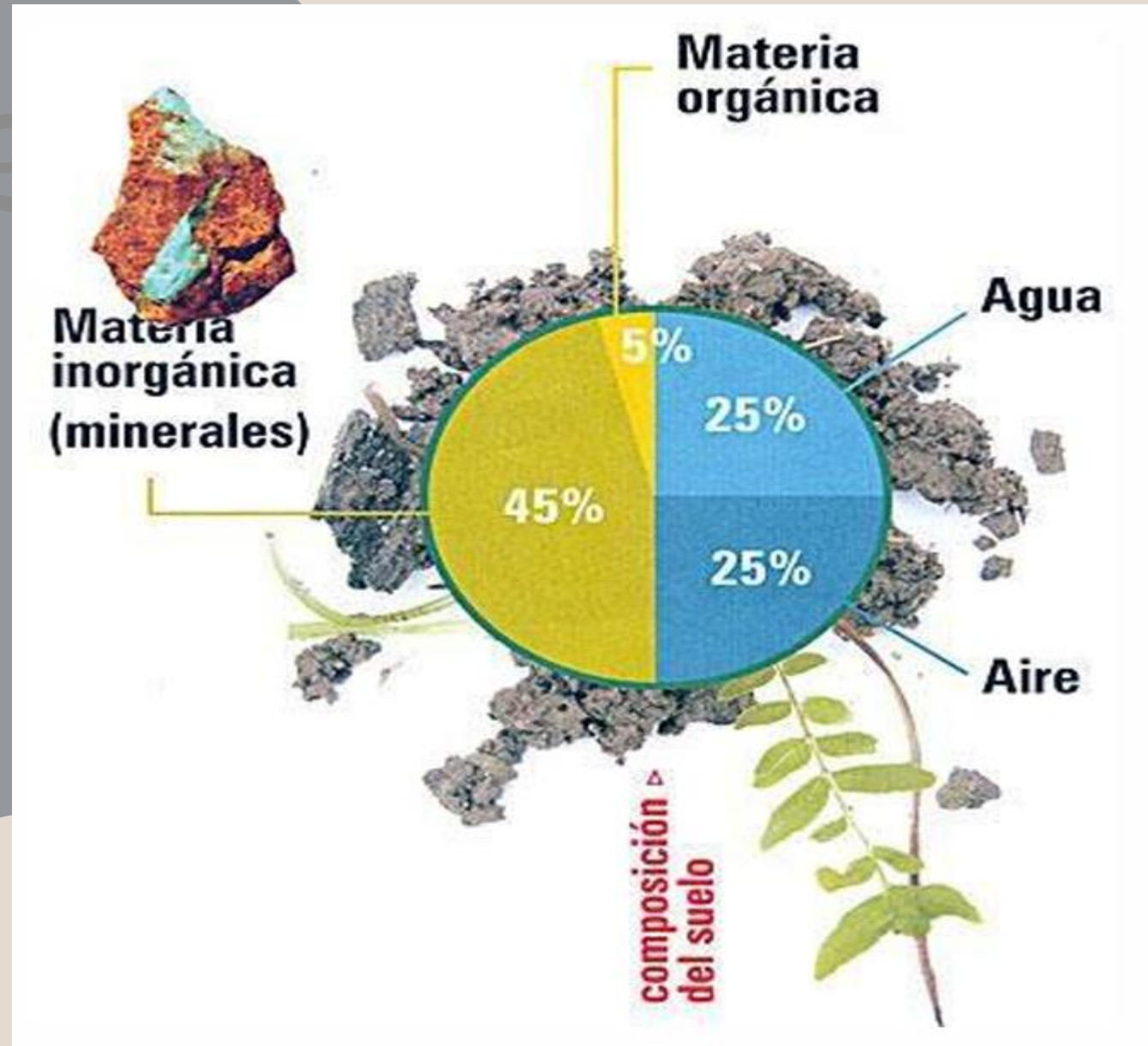
O - **Materia orgánica**

A - **Suelo**

B - **Subsuelo**

C - **Material parental**

Suelo: la capa superior de la corteza terrestre, situada entre el lecho rocoso inalterado y la superficie.



Impulsores de la degradación:

- Deforestación / desmontes



- Expansión urbana



Impulsores de la degradación:

- Impermeabilización



- Contaminación por eliminación de residuos sólidos ineficiente

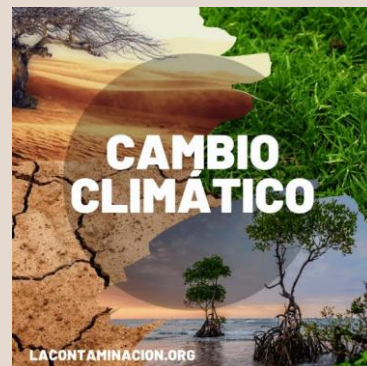


Impulsores de la degradación:

- Prácticas de manejo del suelo insostenibles



- Cambio Climático





UTN
FRRQ



80%

of global deforestation
comes from **agriculture
and livestock**

Ganadería



50 million ha

alone supplies just soy, palm
oil, cocoa, and coffee—**2x the
size of the UK**

Solo cuatro cultivos (soja, palma aceitera, cacao y café) ocupan una superficie enorme: aproximadamente 50 millones de hectáreas, equivalente a dos veces la superficie del Reino Unido.

Consecuencias de la Degradación del Suelo

- Aceleración del cambio climático
- Migración

Cuando el suelo deja de ser productivo, las familias que viven de la agricultura o la ganadería ya no pueden obtener ingresos suficientes. Muchas personas abandonan las zonas rurales y migran hacia ciudades o incluso a otros países buscando mejores oportunidades.



- Los suelos sanos almacenan grandes cantidades de carbono en forma de materia orgánica. Cuando el suelo se degrada (por ejemplo, al desmontar un bosque o quemar pastizales), ese carbono se libera a la atmósfera como dióxido de carbono (CO_2), uno de los principales gases de efecto invernadero.



Consecuencias de la Degradación del Suelo

- Inseguridad alimentaria y nutricional

Un suelo degradado produce menos alimentos y de menor calidad. Si disminuye la producción agrícola, aumenta el precio de los alimentos y muchas personas tienen dificultades para acceder a una alimentación suficiente y nutritiva.





UTN
FRRQ

WWW.HAIMANELTROUDI.COM

LA DEGRADACIÓN DEL SUELO YA AFECTA A 1.600 MILLONES DE PERSONAS

Es una amenaza para la seguridad
alimentaria mundial

🌍 El suelo no es infinito: tarda siglos en crearse y segundos en destruirse ⌚

Es momento de entender su verdadero valor:

🐛 Biodiversidad: Alberga el 25% de la vida del planeta.

🌾 Sustento: Produce el 95% de nuestros alimentos y sostiene el 90% de la agricultura global.

💧 Fábrica de agua: Es una esponja natural que filtra el agua y almacena el 65% del agua dulce de la Tierra.

🛡️ Escudo climático: Guarda el doble de carbono que toda la atmósfera.



Consecuencias de la Degradación del Suelo

- Reducción de los servicios ecosistémicos

¿Qué son los servicios ecosistémicos?

Son los beneficios que la naturaleza nos brinda gratuitamente. Por ejemplo:

- producción de alimentos,
- purificación del agua,
- captura de carbono,
- control de inundaciones,
- formación del suelo,
- polinización de cultivos,
- conservación de la biodiversidad.

Cuando el suelo se degrada, todos estos servicios disminuyen.



Consecuencias de la Degradación del Suelo

- Pobreza e inseguridad social
- Escases de agua

Si la tierra produce menos, disminuyen los ingresos de agricultores y ganaderos. Esto puede generar desempleo, pobreza y conflictos sociales relacionados con el acceso a recursos como la tierra y el agua.



Consecuencias de la Degradación del Suelo

Escasez de agua

¿Por qué ocurre?

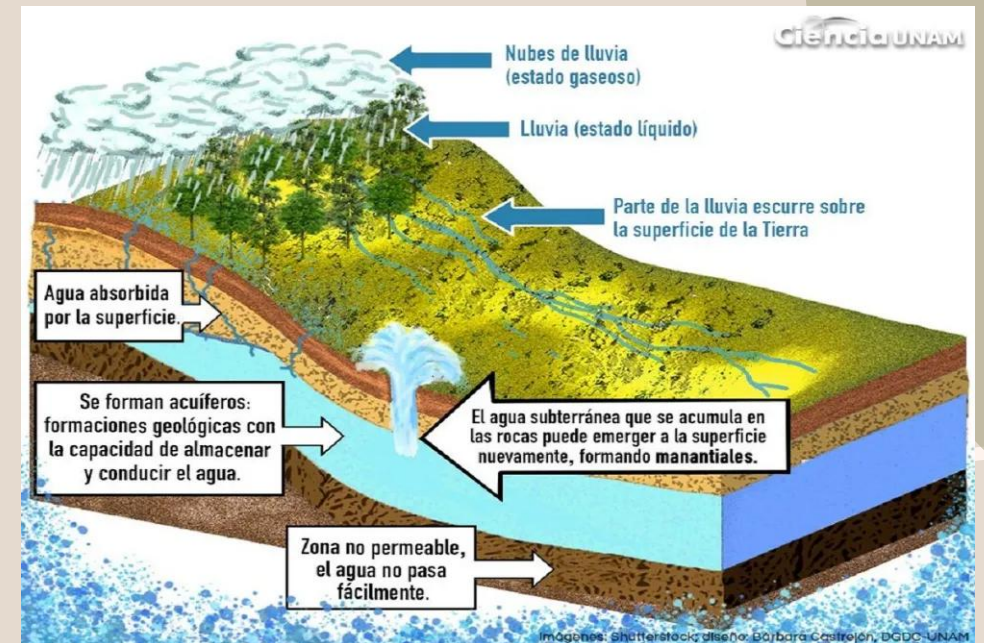
Los suelos sanos funcionan como una esponja: absorben el agua de lluvia y la liberan lentamente hacia los ríos y acuíferos.

Cuando el suelo está degradado:

- infiltra menos agua,
- aumenta la escorrentía superficial,
- se produce más erosión,
- disminuye la recarga de acuíferos.

Ejemplo

Después de una lluvia intensa, en lugar de infiltrarse, el agua corre rápidamente por la superficie arrastrando tierra fértil. Meses después aparecen problemas de falta de agua porque el acuífero no se recargó adecuadamente.



Consecuencias de la Degradación del Suelo

Resumen

Consecuencia	¿Qué significa?	Ejemplo
Aceleración del cambio climático	Se libera CO ₂ y disminuye la captura de carbono.	Deforestación para agricultura.
Migración	Las personas abandonan zonas rurales por falta de producción.	Agricultores que se mudan a ciudades.
Inseguridad alimentaria y nutricional	Hay menos alimentos y aumentan los precios.	Baja producción de maíz por erosión.
Reducción de los servicios ecosistémicos	La naturaleza brinda menos beneficios (agua, biodiversidad, regulación del clima).	Menor infiltración de agua y más inundaciones.
Pobreza e inseguridad social	Disminuyen los ingresos y aumenta el desempleo rural.	Productores que pierden sus cosechas.
Escasez de agua	El suelo retiene menos agua y se recargan menos los acuíferos.	Sequías más severas y menor disponibilidad de agua.



Gestión sostenible de los suelos

- Gobernanza inclusiva del suelo
- Aumentar la inversión
- Promoción/sensibilización
- Establecer sistemas de información de suelos
- Desarrollar capacidades
- Detener la degradación del suelo
- Restaurar/rehabilitar suelos degradados
- Implementar la planificación del uso de la tierra
- Analizar y evaluar la condición del suelo
- Aumentar el contenido de MMOO del suelo
- Mantener la superficie del suelo cubierta
- Usar los nutrientes responsablemente
- Labranza mínima
- Rotación de cultivos
- Reducir la erosión
- Eliminación adecuada de residuos
- Tratamiento de aguas residuales

ODS – Contaminación del Suelo

15. Vida de Ecosistemas Terrestre

Meta15.3.“... luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo”

Junto con:

- 2. Hambre Cero*
- 3. Salud y Bienestar*
- 9. Industria, Innovación e Infraestructura*
- 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles*
- 12. Producción y Consumo responsable*
- 13. Acción Climática*

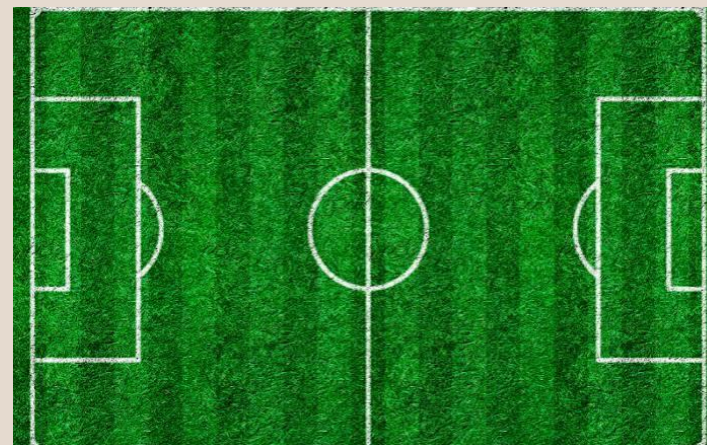


Contexto local - Argentina

Las causas de degradación que prevalecen son la conversión del suelo (desmontes), el sobre pastoreo y ellas practicas ganaderas no sustentables. También influye la variabilidad climática y las sequías prolongadas, así como el cambio climático y la tala de bosques.



Informe Anual de deforestación 2021: Argentina perdió el equivalente a 12 canchas de fútbol por hora por los desmontes



Deforestación en el Norte

La mitad de la deforestación del norte se produjo en Santiago del Estero, y más del 80% fue ilegal.

En Chaco las topadoras arrasaron 18 mil hectáreas, a pesar de que los desmontes están suspendidos por la justicia provincial. La organización ecologista volvió a reclamar la penalización de la destrucción de bosques.

El reporte de la organización ambientalista realizado mediante la comparación de imágenes satelitales, estima que durante 2021 la deforestación en el norte de Argentina alcanzó las **110.180 hectáreas**, lo que equivale a **más de cinco veces la superficie de la Ciudad de Buenos Aires**.



Contaminación del Suelo

Fuentes



Pueden ser:

DIFUSA

DIFUSA

DIFUSA



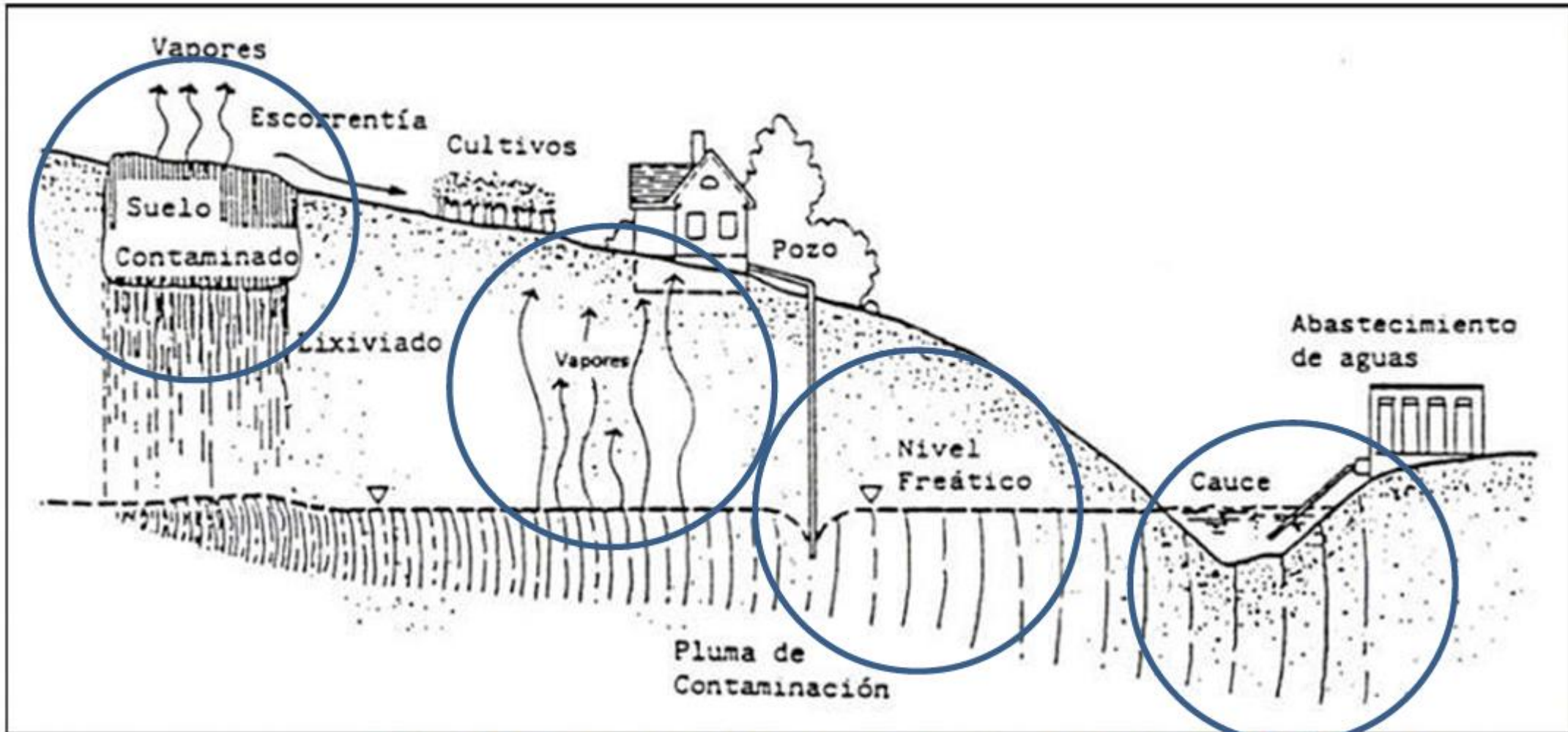
PUNTUAL

PUNTUAL

PUNTUAL



Comportamiento



Modelo Conceptual Rutas de Transporte de Contaminantes

Contaminantes del Suelo



Continuación

1. Contaminantes inorgánicos

Son sustancias que no están formadas principalmente por carbono.

A) Metales / Metaloides

Generalmente son **metales pesados**, muy tóxicos y persistentes.

Contaminante	¿Dónde lo encontramos?	Ejemplo
Cadmio	Pilas recargables, baterías, fertilizantes	Tirar pilas al suelo puede liberar cadmio.
Plomo	Baterías de autos, pinturas antiguas, cañerías viejas	Una batería abandonada contamina el suelo.
Cobre	Cables eléctricos, fungicidas agrícolas	Talleres eléctricos o agricultura.
Zinc	Pilas, chapas galvanizadas, neumáticos	Desgaste de neumáticos en calles.
Arsénico	Algunos pesticidas antiguos y aguas subterráneas	Agua de pozo con arsénico natural.



Continuación

B) No metales

No son metales, pero también pueden contaminar.

Contaminante	Uso común	Ejemplo
Cianuros	Minería, galvanoplastia	Extracción de oro.
Amonio	Fertilizantes y productos de limpieza	Exceso de fertilizante en un campo.
Azufre	Combustibles, industrias	Emisiones de una refinería.



Continuación

2. Contaminantes orgánicos

Son sustancias basadas en carbono. Muchos provienen del petróleo o de procesos industriales.

A) Orgánicos clorados

Contienen átomos de cloro y suelen ser muy persistentes.

Dioxinas

Se generan principalmente cuando se queman residuos que contienen plástico (especialmente PVC).

Ejemplo sencillo

- Quema de basura domiciliaria.
- Incendio de plásticos.



DDT

Fue un insecticida muy utilizado.

Ejemplo

- Antiguamente se usaba para eliminar mosquitos y plagas agrícolas.
- Hoy está prohibido en muchos países por su persistencia.



Continuación

PCB

Aceites aislantes usados en transformadores eléctricos antiguos.

Ejemplo

- Transformadores viejos de empresas eléctricas.

HAP (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos)

Se forman durante combustiones incompletas.

Ejemplo

- Humo del escape de vehículos.
- Carne demasiado quemada en una parrilla.
- Incendios.



Continuación

B) Orgánicos no clorados

No contienen cloro.

Etano

Es un hidrocarburo presente en el gas natural.

Ejemplo

- Industria petroquímica.
- Gas natural.



Benceno

Muy conocido como componente de la nafta.

Ejemplo

- Estaciones de servicio.
- Refinerías.
- Talleres mecánicos.



Tolueno

Excelente solvente.

Ejemplo

- Pinturas.
- Pegamentos.
- Diluyentes (thinner).



Xileno

También es un solvente.

Ejemplo

- Tintas de impresión.
- Pinturas.
- Barnices.



Etilbenceno

Se utiliza para fabricar plásticos (como el poliestireno).

Ejemplo

- Industria del plástico.
- Fabricación de envases.



Contaminantes del Suelo

Microplásticos y Nanoplasáticos (MP/NP)

- Partículas plásticas < 5 mm. Contaminante emergente de alta preocupación global
- Fuentes: lodos de depuración, riego con aguas residuales, actividad agrícola, deposición atmosférica
- Impactos: alteran estructura física, microbiota fúngica y biota del suelo (lombrices, ácaros)
- Vectores de otros contaminantes orgánicos persistentes → bioacumulación
- Contaminación terrestre: 4 a 23x mayor que la oceánica (UNEP, 2021)

PFAS — “Químicos persistentes”

- +12.000 compuestos sintéticos con enlace C-F: prácticamente indestructibles en el ambiente
- Usos: espumas antincendio (AFFF), antiadherentes, impermeabilizantes, envases de alimentos
- Efectos: cáncer, disrupción endocrina, inmunotoxicidad, daño al desarrollo fetal
- En suelo: se acumulan en MO, lixivian a agua subterránea
- **Argentina: sin regulación específica. Recomendación: incluir en Fase II en aeropuertos, bases, refinerías**

Métodos de Recomposición



EXISTEN INFINIDAD DE TÉCNICAS Y SUS COMBINACIONES PARA AGUA Y SUELO.



SU ELECCIÓN SE DEFINE EN FUNCIÓN DE LOS TIPOS DE CONTAMINANTES, LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO E HIDRÁULICAS DEL ACUÍFERO.



DEBE PLANTEARSE EL COSTO-BENEFICIO PARA CADA ETAPA.

1. "Existen infinidad de técnicas y sus combinaciones para agua y suelo." ¿Qué significa?

No existe una única forma de descontaminar un suelo. Dependiendo del problema, se pueden utilizar una o varias técnicas al mismo tiempo.

2. "Su elección se define en función de los tipos de contaminantes, las características del suelo e hidráulicas del acuífero."

¿Qué significa?

Antes de decidir cómo descontaminar, hay que estudiar:

- qué contamina,
- cómo es el suelo,
- cómo circula el agua subterránea.
- No todos los contaminantes se comportan igual.

3. "Debe plantearse el costo-beneficio para cada etapa."

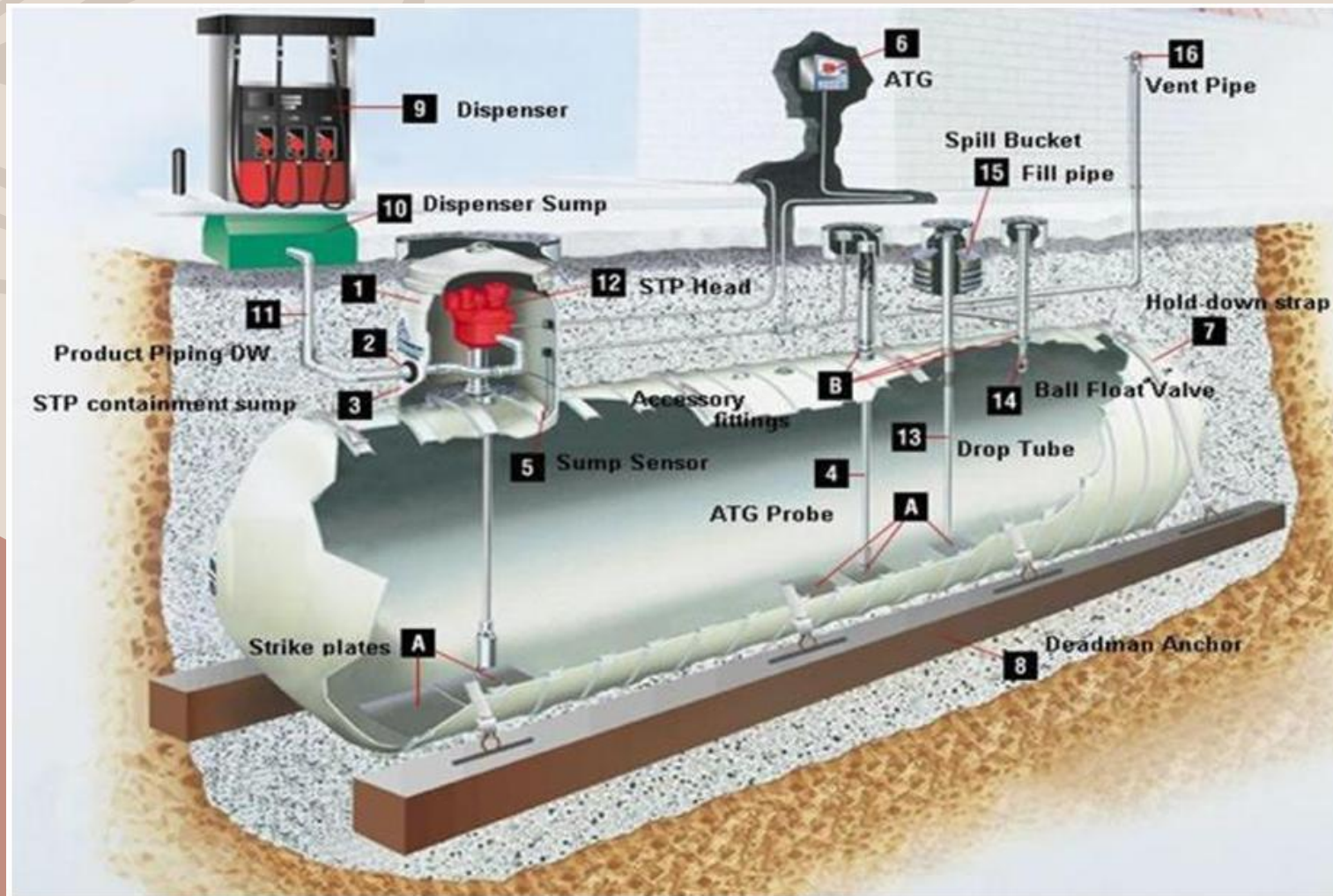
¿Qué significa?

No siempre la técnica más eficiente es la más conveniente económicamente.

Hay que analizar:

- cuánto cuesta,
- cuánto tiempo lleva,
- cuánto reduce la contaminación,
- si cumple la legislación ambiental.

Ejemplo: Derrame de combustible en una estación de servicio



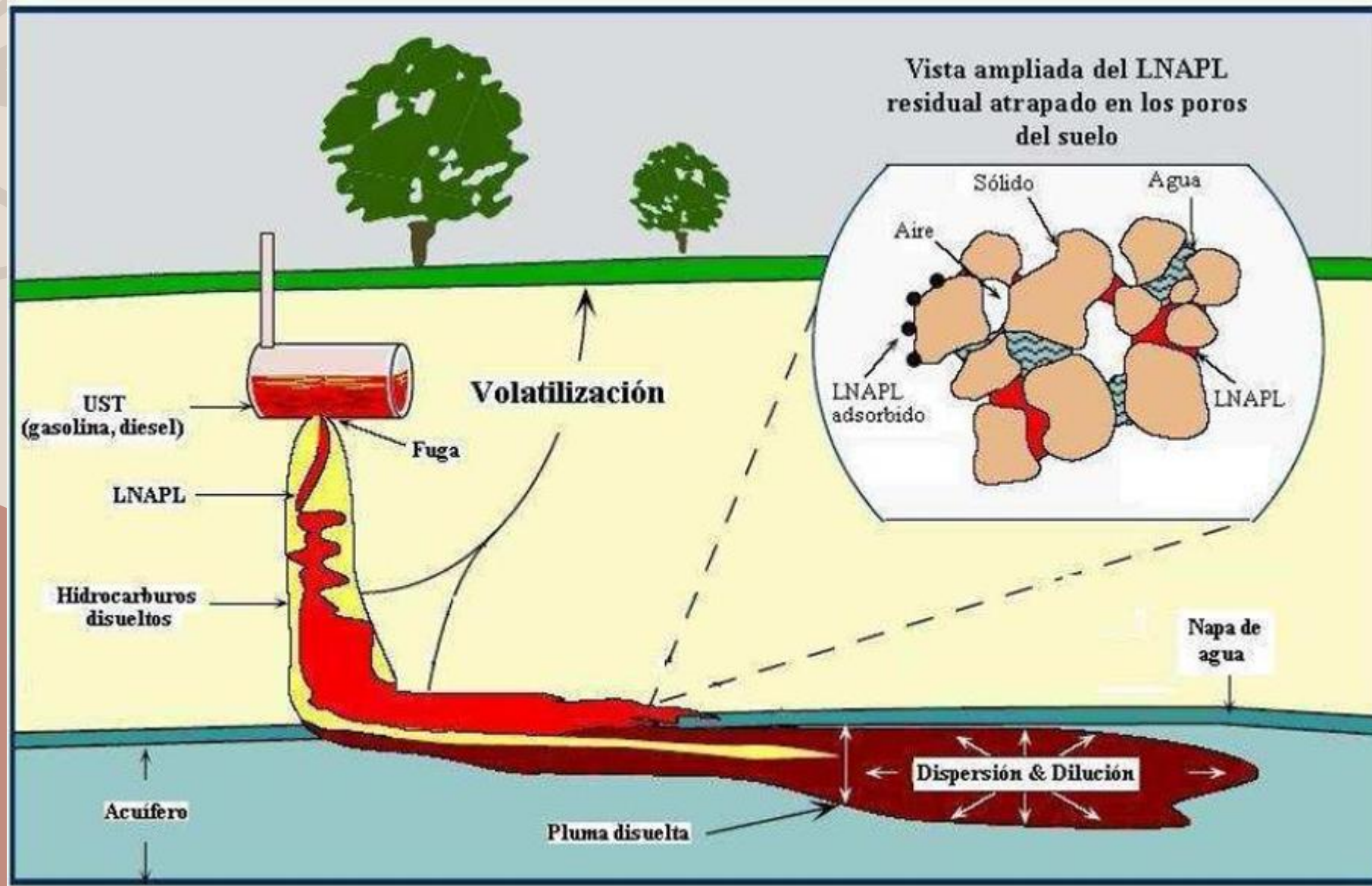
*SASH: Sistema
de
Almacenamiento
Subterráneos de
HC*

Continuación

LNAPL = Light Non-Aqueous Phase Liquid



UTN
FRRQ



Métodos de Recomposición

En una estación de servicio se rompe un tanque subterráneo y se derraman miles de litros de gasoil.

Para remediar el sitio se podría:

- Excavar el suelo más contaminado.
- Extraer el agua subterránea contaminada.
- Utilizar bacterias que degraden los hidrocarburos (biorremediación).
- Colocar filtros con carbón activado para limpiar el agua.

Es decir, se combinan varias técnicas.



Marco Legal – RL y OR

1. Constitución Nacional (máxima jerarquía)

Artículo 41 de la Constitución Nacional

Establece que:

- Todos los habitantes tienen derecho a un ambiente sano.
- Existe el deber de preservarlo.
- Quien produzca un daño ambiental tiene la obligación de recomponerlo.
- La Nación dicta los presupuestos mínimos y las provincias los complementan.

2. Ley General del Ambiente N° 25.675

Es la ley marco de la política ambiental argentina.

Respecto al suelo establece principios como:

- prevención;
- precautorio;
- sustentabilidad;
- responsabilidad;
- equidad intergeneracional;
- recomposición del daño ambiental.

También exige instrumentos como:

- Evaluación de Impacto Ambiental (EIA);
- Ordenamiento Ambiental del Territorio;
- participación ciudadana;
- educación ambiental.  Argentina.gov.ar

Marco Legal - Continuación

3. Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos

Es probablemente la ley más importante cuando se habla de contaminación del suelo.

Regula:

- generación;
- almacenamiento;
- transporte;
- tratamiento;
- disposición final de residuos peligrosos.

Considera peligroso cualquier residuo capaz de contaminar:

- el suelo;
- el agua;
- la atmósfera;
- el ambiente en general.  Argentina.gob.ar +1

4. Decreto Reglamentario 831/93

Reglamenta la Ley 24.051.

Establece:

- categorías de residuos peligrosos;
- manifiesto de transporte;
- inscripción de generadores;
- condiciones para almacenamiento;
- tratamiento y disposición final.  Infoleg

5. Ley N° 25.612

Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicio.

Busca minimizar:

- generación de residuos;
- contaminación del suelo;
- contaminación del agua.

Promueve la gestión integral de los residuos industriales.

Marco Legal - Continuación

6. Ley N° 25.688

Régimen de Gestión Ambiental de Aguas.

¿Por qué afecta al suelo?

Porque un suelo contaminado termina contaminando:

- acuíferos;
- ríos;
- lagunas.

Por eso ambas cuestiones están estrechamente relacionadas.

7. Ley N° 26.331

Ley de Bosques Nativos.

Ayuda a proteger el suelo mediante:

- reducción de la erosión;
- conservación de la cobertura vegetal;
- disminución de la desertificación.

8. Ley N° 22.428

Ley de Conservación y Recuperación de la Capacidad Productiva de los Suelos.

Su objetivo es prevenir:

- erosión hídrica;
- erosión eólica;
- degradación del suelo;
- desertificación.

Muy utilizada en actividades agropecuarias.

9. Legislación Provincial

Cada provincia posee su propia normativa.

Por ejemplo:

En **Santa Fe**

- gestión de residuos;
- control de efluentes;
- protección del recurso suelo;
- regulación de agroquímicos;
- evaluación de impacto ambiental.

Las provincias son la autoridad de aplicación en la mayoría de los casos.

Marco Legal - Continuación

Otros requisitos (ISO 14001)

La norma ISO 14001 también habla de "**otros requisitos**", que no necesariamente son leyes.

Pueden ser:

- permisos ambientales;
- habilitaciones municipales;
- contratos con clientes;
- requisitos de aseguradoras;
- políticas corporativas;
- certificaciones ambientales;
- compromisos voluntarios;
- códigos de buenas prácticas.



La ISO 14001 es el estándar internacional para **Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)** que ayuda a las organizaciones a identificar, reducir y controlar su impacto ecológico.

Funciona mediante el ciclo **PHVA** (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) para lograr una mejora continua.

Ejemplo

Una empresa certificada en ISO 14001 puede comprometerse a:

- no almacenar combustibles directamente sobre el suelo;
- colocar cubetos de contención;
- inspeccionar mensualmente los tanques;
- capacitar al personal.

Aunque ninguna ley lo exija expresamente, pasa a ser un "**otro requisito**" porque la organización decidió cumplirlo.

Marco Legal - Ejemplo

Ejemplo aplicado

Una estación de servicio en Santa Fe.

Requisitos legales

- Ley 25.675 (protección ambiental).
- Ley 24.051 (aceites usados y residuos peligrosos).
- Decreto 831/93.
- Normativa provincial.
- Habilitación municipal.

Otros requisitos

- ISO 14001.
- Procedimientos internos.
- Contrato con empresa habilitada para retirar aceites usados.
- Plan de respuesta ante derrames.
- Programa de monitoreo de suelo y aguas subterráneas.



