UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Asignatura:

FUNDAMENTOS AMBIENTALES EN INGENIERÍA

Unidad 4-B: Procesos de degradación y contaminación del suelo





Prof. Dra. Ing. Irma Mercante

Profesora Adjunta

5 de octubre de 2026

CONTENIDO UNIDAD 4

4.A RECURSOS MINERALES.
Recursos no renovables. Minerales. Suelo y rocas. Origen y formación. Factores y procesos que intervienen en la formación del suelo. Composición. Tipos de suelo. Clasificaciones. Organismos vivos en el suelo.

4.B PROCESOS DE DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO
Urbanización; agricultura y ganadería; obtención de materias primas y energía, industrias; pérdida de biomasa, erosión, generación de residuos. Mediciones en el suelo. El problema de los residuos sólidos. Residuos sólidos urbanos (RSU). Cantidad y composición. Características: humedad, densidad, poder calorífico y relación carbono-nitrógeno. Afectaciones al ambiente.

DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO

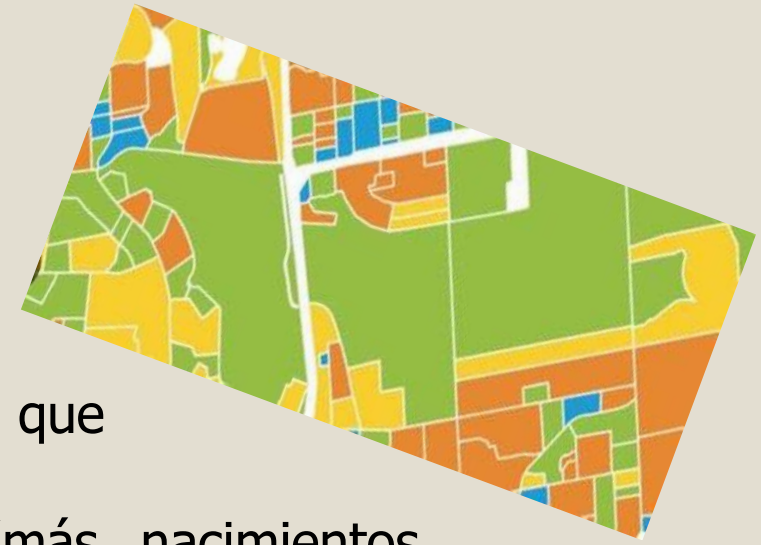
Las actividades antrópicas, como la minería, la industria, la agricultura, la ganadería y la urbanización intensiva están asociadas a la ocupación y modificación del suelo, conduciendo a la generación de impactos ambientales sobre su diversidad biológica y/o calidad, referida a las funciones de soporte de vida.

Por ejemplo, un suelo se puede degradar al acumularse sustancias en niveles tales que se vuelven tóxicas para los organismos del suelo y se pierde la productividad.

Alrededor de 900 millones de hectáreas de terrenos naturales, que es una superficie casi equivalente a la de Brasil, sufre el riesgo de degradación de aquí a 2050, según un informe publicado por el Programa de la ONU para el Medio Ambiente (PNUMA).

https://news.un.org/es/story/2014/01/1292791#:~:text=Alrededor%20de%20900%20millones%20de,el%20Medio%20Ambiente%20(PNUMA).

PROCESOS DE DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO



1. Urbanización intensiva

La urbanización de un país es el **porcentaje de su población** que vive en un **área urbana**.
Las poblaciones urbanas crecen: por crecimiento poblacional (más nacimientos que decesos) y por inmigración, especialmente desde las áreas rurales.

El suministro de recursos para sustentar las áreas urbanas es una causa principal de la degradación de bosques, tierras de cultivos, pastizales, cuencas y otras áreas no urbanas.

Las áreas urbanas también concentran contaminantes, algunos de los cuales son transportados por el viento y el agua a las zonas rurales y a otras áreas urbanas.

2. Agricultura y ganadería

- El cultivo de campos, tala de bosques, pesca o cría ganado provoca la **"regresión"** en el sentido ecológico de los ecosistemas, estos se rejuvenecen y dejan de seguir el proceso de sucesión natural.

- En las actividades agrícolas y ganaderas **se retira biomasa** de los ecosistemas explotados y se favorece a las especies oportunistas (monocultivos), lo que **disminuye la diversidad** de especies.

- También se disminuye la diversidad eliminando animales competidores (roedores, lobos, aves, etc.) mediante la caza, el uso de venenos, etc.

- El trabajo agrícola afecta también al ecosistema suelo (arar, abonar, etc.)

3. Obtención de energía y materias primas

- La explotación del petróleo y del gas, la minería del carbón y del resto de minerales, y el transporte de materias primas y productos terminados suponen un fuerte impacto sobre los ecosistemas.

- Las actividades suponen la construcción de carreteras, grandes movimientos de tierra, sobre todo en la minería a cielo abierto, concentración y producción de sustancias tóxicas.







4. Actividad industrial

Tipo de industria	Contaminantes del suelo
Asfalto/alquitrán	Fenoles, aceites minerales, PAHs, BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno)
Chatarrerías	Plomo, cobre, níquel, cadmio, aceites minerales
Fundiciones, acerías	As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn, Mo, cianuros, sulfuros, aceites, fenoles, BTEX, disolventes clorados
Industria de la madera	Cr, Cu, Ni, Fluoruros, aceites minerales, creosotas, plaguicidas, fenoles
Pinturas/ Lacas	Disolventes, As, Cr, Cd, Co, Mo, Pb, Se, Zn, estaño, plata, fosfato, sulfuros cianuros fluoruros

6. Desertificación

Término que describe la **transformación de una tierra agrícola productiva en desiertos en tierras áridas.** Las prolongadas sequías son la causa más evidente, pero el ser humano también es responsable por: sobrepastoreo, tala intensiva de madera, el abuso de la tierra, la mala administración del suelo y del agua.



7. Pérdida de biomasa

La biomasa se refiere a la cantidad total de materia orgánica viva en un ecosistema. En los bosques tropicales, la biomasa se compone principalmente de árboles, pero también incluye plantas, animales, hongos y microorganismos. La pérdida de biomasa implica una reducción en la cantidad de materia orgánica viva en un ecosistema, lo que puede tener consecuencias negativas para el medio ambiente y el clima.



8. Erosión

La erosión es un proceso en que se va perdiendo la capa superficial del suelo, que proporciona a las plantas la mayoría de los nutrientes y el agua que necesitan. Cuando esta capa fértil se desplaza, la productividad de la tierra disminuye y los agricultores pierden un recurso vital para el cultivo de alimentos.

Determinación de la pérdida de suelo por erosión hídrica: Para la aplicación del método denominado Ecuación Universal de Pérdida de Suelos de Wischmeier y Smith (1978) se utiliza la siguiente expresión :

$$A = R. K. S. L. C. P$$

Donde A es la pérdida de suelo por unidad de superficie (tn/ha.año),
R es el factor lluvia o índice de erosión pluvial (MJ. mm /ha h),
K es el factor erodabilidad del suelo (tn.ha.h/ha.MJ.mm),
L es el factor longitud de pendiente (adimensional),
S es la pendiente (adimensional),
C es el factor cultivo y/o ordenación y
P es el factor prácticas de cultivo.

8. Erosión (cont)

Causas

Naturales

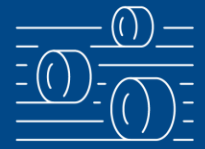


Vientos fuertes



Lluvias intensas

Antropogénicas



Mala gestión de las tierras agrícolas



Deforestación



Pastoreo excesivo



Minería



Alteraciones en los terrenos debido a la construcción

Consecuencias

Pérdida de la capa superficial fértil del suelo



Menor producción agrícola y menor inocuidad y calidad de los alimentos

Medio ambiente y recursos hídricos



Pérdida de biodiversidad y deterioro de la biota acuática y la calidad del agua

Otras consecuencias



Mayor riesgo de deslizamiento de tierras e inundación



Daños en infraestructuras



Desplazamiento de personas

9. Residuos sólidos

Puede definirse un *residuo sólido* como todo resto o material en estado sólido resultante de un proceso de producción, transformación o utilización que su poseedor o generador decida abandonar o esté obligado a hacerlo.

Algunas definiciones de Residuo Sólido

- La Comunidad Económica Europea (CEE), en su directiva 75/442 especifica que se entiende por residuo "cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales vigentes".

- Ley Nacional 25916 (Argentina): "Denomínese **residuo domiciliario** a aquellos elementos, objetos o sustancias que como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados".

Problemática de los residuos sólidos

- El **abandono de resi**duos en las carreteras, parques, calles, terrenos; producen deterioro del paisaje y contaminación del suelo.
- Los **depósitos incontrolados** de residuos urbanos, debido a su gran contenido de materia orgánica, producen olores molestos.
- Los **residuos fermentables** son fácilmente autoinflamables, y suelen generarse incendios.
- Existe riesgo de **contaminación** de las aguas tanto superficiales como subterráneas, con el consiguiente peligro para la salud.
- Los **residuos orgánicos** favorecen la existencia roedores, insectos y otros vectores, que son agentes portadores de enfermedades.
- Su gestión debe prevenir la **pérdida de recursos** en materiales aprovechables.

Efectos sobre el suelo

- Degradación en forma química
- Pérdida de suelos productivos
- Ocupación del suelo

Efectos sobre aguas superficiales y subterráneas

- Pérdida de la calidad de las aguas superficiales
- Desvíos de cursos de aguas superficiales (ocupación de vertientes, drenajes)
- Contaminación de acuíferos subterráneos



Contaminación del aire

- Generación de emisiones de gases de efecto invernadero por el contenido de materia orgánica. Se genera gas metano, cuyo efecto es 24 veces más potente sobre el clima que el CO_2.
- Otros gases que contiene azufre, nitrógeno.
- Emisiones gaseosas por incendios espontáneos

Relleno de RSU sin control de lixiviados o gases .



Deterioro del paisaje

- Visibilidad e intrusión visual del vertedero.
- Impacto sobre flora y fauna
- Pérdida de biodiversidad

Impacto sobre flora y fauna

- Pérdida de biodiversidad

Impactos sobre la población

Efectos en la salud por posible inmisión de contaminantes.

- Efecto sobre la calidad de vida entorno al vertido incontrolado
- Trabajo de recuperadores informales

Deterioro del paisaje



Impacto ambiental: aves



Clasificación de residuos según su naturaleza

RESIDUOS INERTES

RESIDUOS NO PELIGROSOS

RESIDUOS PELIGROSOS O ESPECIALES

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

- Un *residuo sólido urbano* es un residuo sólido generado por cualquier actividad en los núcleos urbanos, incluyendo tanto los de carácter doméstico como los provenientes de cualquier otra actividad generadora de residuos dentro del ámbito urbano.

RESIDUOS NO PELIGROSOS- RSU

Esta clasificación considera las características de los residuos con mayor proporción en el flujo considerado, pero puede haber fracciones menores de residuos inertes y/o peligrosos.
Ejemplo: Hospitalarios contiene patogénicos (peligrosos) en un 15%

- ✓Domésticos o domiciliarios
- ✓Residuos comerciales
- ✓Residuos voluminosos
- ✓Servicios municipales
- ✓Construcción y Demolición
- ✓Residuos RAEE
- ✓Neumáticos fuera de Uso
- ✓Residuos hospitalarios

Factores que afectan a la generación y composición de RSU

- Crecimiento de la población.
- Nuevos métodos de embalaje de mercancías.
- Temprana obsolescencia de los productos de uso frecuente.
- Clima y época del año.
- Nivel de vida de la población.

Cantidad de los RSU

- La **generación de residuos** se mide en valores unitarios, es lo que se llama Producción Per Cápita (PPC)

$$PPC = \frac{\text{Cantidad total recolectada (Kg/día)}}{\text{Población total atendida (habitantes)}}$$

Características físicas y químicas

- **Peso específico o densidad** [kg/m^3]: 110-200.

- **Humedad**: tiene una gran influencia sobre el poder calorífico útil de los residuos, así como en la transformación biológica de las materias fermentables: 40%-60% en peso.

- **Tamaño y distribución de partículas**. **.** Los tamaños y su distribución son altamente heterogéneos debido a la diversidad de materiales (orgánicos, papel, plástico, vidrio, metales)

- **Poder calorífico**: cantidad de energía que la unidad de masa o unidad de volumen de materia puede desprender al producirse una reacción química de oxidación [kcal/kg]: 800-1600

- **Relación C/N**: índice de gran importancia en los procesos de compostaje

Composición del RSU

- La composición se refiere a los componentes individuales que constituyen el residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso.
- La información sobre la composición de los residuos sólidos es importante para evaluar las necesidades de equipo, los sistemas, y los programas y planes de gestión.
- Para su determinación existen normas (IRAM)

Composición: ejemplo

	FRACCIÓN	%
1	Orgánicos	58%
2	Metales	1.6%
3	Plásticos	12%
4	Pañales	13%
5	Trapos	1.4%
6	Vidrios	4%
7	Cartón y Papel	5%
8	Otros	5%

Jerarquía de gestión de residuos



- Reducir:

Minimizar la generación de residuos en origen.

Puede implicar cambios en el proceso de fabricación, en el uso de materias primas o simplemente en los hábitos de trabajo.

Valorización de residuos

Aprovechar para otro uso diferente al original, alguna propiedad útil del material luego de utilizado.

- Reutilizar: Dar aplicaciones útiles a un material en su estado original o por un tratamiento menor
- Reciclar: Aprovechar para el mismo uso u otro, todo o parte del material incorporándolo a nuevos productos
- Aprovechamiento de la energía contenida en el residuo

TENDENCIA: 7 R DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

- Rediseñar los objetos para mejorar su vida útil
- Reducir el consumo directo
- Reutilizar las cosas para utilizarlas el máximo tiempo posible
- Renovar el uso de objetos antiguos para que vuelvan a ser usados
- Reparar objetos en vez de desecharlos directamente cuando dejan de funcionar
- Reciclar adecuadamente
- Recuperar materiales usados para volverlos a emplear en la producción de nuevos productos, e introducirlos nuevamente en la cadena de consumo.

Fuente: www.madrid7r.es

Gestión de residuos

Se denomina gestión integral de residuos domiciliarios al conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí, que conforman un proceso de acciones para el manejo de residuos domiciliarios, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población (Ley Nacional N° 25916).

La gestión de los residuos comprende las fases de Pre- recogida, recogida, transporte, tratamiento y disposición final.

Pre-recogida y Recogida

Recogida selectiva: pre-recogida selectiva en origen:
Se necesita la participación ciudadana.
Recogida de los componentes por separado en vehículos distintos o compartimentados.

Pre-recogida y recogida indiferenciada
Se efectúa la recogida todo junto.

RECOGIDA DIFERENCIADA



RECOGIDA DIFERENCIADA

PUNTOS VERDES
EN MENDOZA







RECOGIDA DIFERENCIADA: RAEE



Tratamiento: CLASIFICACIÓN

Se efectúa un tratamiento global de los RSU mediante técnicas de selección manual, o bien mecánicas, tales como la trituración, cribado, y separación de fracciones ligeras y sistemas de clasificación por vía húmeda electromagnética, electrostáticos, flotación.


PLANTA DE RECICLADO
Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS
Municipalidad de Maipú
Operador CLEAR S.R.L.









RECICLAJE

El reciclaje es un proceso que tiene como objeto la transformación de los componentes que contienen los residuos urbanos para incluirlos en nuevos procesos.

Este sistema de tratamiento viene impuesto por el nuevo concepto de gestión de los residuos sólidos que debe tender a lograr los objetivos siguientes:

- **Conservación o ahorro de energía**
- **Conservación o ahorro de recursos naturales**
- **Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar**
- **Protección del medio ambiente**

Madera plástica (empresa de Junín, Mza)



COMPOSTAJE

Es un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia, de la materia orgánica contenida en los RSU, en condiciones controladas.

Se puede considerar como reciclaje de la fracción orgánica para su empleo en la agricultura, lo que implica una vuelta a la naturaleza de las sustancias de ella extraídas.

El material resultante del proceso, compost, no es abono aunque contiene nutrientes, sino más bien un regenerador orgánico del terreno (abono orgánico).

Sus efectos positivos sobre el suelo son:
- Suelta los terrenos compactos y compacta los demasiado sueltos.
- Aumenta la capacidad de retención de agua.
- Es fuente de elementos nutritivos.
- Aumenta el contenido de materia orgánica.



VERTIDO CONTROLADO

Consiste en la colocación de los residuos sobre el terreno extendiéndolos en capas de poco espesor y compactándolos para disminuir su volumen.

Se realiza su cubrimiento diario con material adecuado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental y para favorecer la transformación biológica de los materiales fermentables.

Las medidas preventivas y de control que han de tomarse:

- **Limitar la producción de lixiviados**
- **Recoger los lixiviados que se produzcan**
- **Dar salida a los gases generados**
- **Limitar los ruidos y olores**
- **Evitar dispersión de plástico y papeles.**
- **Evitar la proliferación de roedores e insectos**
- **Impedir la formación de polvo y humos.**


RESIDUOS ADMITIDOS
RESIDUOS NO ADMITIDOS
• Residuos Sólidos provenientes de Zonas Residenciales
• Residuos Sólidos provenientes de Zonas Comerciales
• Residuos que Contengan Materiales Volátiles y/o Inflamables.
• Residuos Sólidos provenientes de Limpieza de Espacios Verdes, Calles y Paseos Públicos.
• Residuos Industriales sin Autorización.
• Residuos Peligrosos.
• Otros residuos Asimilables a Urbanos con autorización.
• Materiales Radioactivos, Explosivos o Patológicos.
• Residuos Líquidos o Semilíquidos.


Cuidemos el medio ambiente
No arroje residuos en la Via Publica
CENTRO DE
ATENCIÓN AL CIUDADANO
0800-222-0377
Municipalidad de
TUNUYAN
31/05/2011


31/05/2011

31/05/2011




ANAERÓBIA

INCINERACIÓN CON O SIN RECUPERACIÓN ENERGÉTICA

Es uno de los procesos térmicos que pueden aplicarse en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos para disminuir su cantidad y aprovechar la energía que contienen.

Los aspectos mediaombientales que causan mayor preocupación son las emisiones atmosféricas (dioxinas y furanos) y las escorias y cenizas formadas.

Los aspectos socioeconómicos ponen de manifiesto que se requieren elevadas inversiones, grandes costes de operación y, en general, una fuerte oposición popular.