

Asignatura:  
**FUNDAMENTOS AMBIENTALES EN INGENIERÍA**

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

Dra. Ing. Irma Mercante  
Profesora Adjunta



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD  
DE INGENIERÍA

## **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.

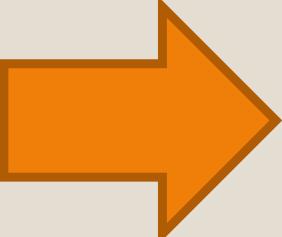
### **4.B PROCESOS DE DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO**

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\(PNUMA\).](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 se mide por 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.

## PROCESOS DE DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO

### 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.



## PROCESOS DE DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO

### 4. Actividad industrial

<b>Tipo de industria</b>	<b>Contaminantes del suelo</b>
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

Es un 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 puede tener consecuencias negativas para el medio ambiente y el clima.



## CAUSAS DE DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO

### 5. 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.

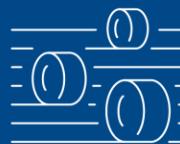
**Determinación de la pérdida de suelo por erosión hídrica:** Para la aplicación del método denominado Ecuación Universal de Pérdida de Suelos de Wischmeier y Smith (1978) se utiliza la siguiente expresión :

$$A = R \cdot K \cdot S \cdot L \cdot C \cdot P$$

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.

# CAUSAS DE DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO

## 7. Erosión (cont)

Causas												
Naturales		Antropogénicas										
						Vientos fuertes	Lluvias intensas	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	Medio ambiente y recursos hídricos	Otras consecuencias					
Menor producción agrícola y menor inocuidad y calidad de los alimentos	Pérdida de biodiversidad y deterioro de la biota acuática y la calidad del agua	Mayor riesgo de deslizamiento de tierras e inundación	Daños en infraestructuras	Desplazamiento de personas								

# Residuos sólidos: Introducción

- En el último siglo se ha hecho un gran avance científico y tecnológico, traducido en **mejoras productivas**.
- Esta situación va ligada la necesidad de **gestionar adecuadamente los residuos** procedentes de la extracción y transformación de los recursos naturales y del consumo de los productos así obtenidos.
- Por ello se está buscando la **prevención en la generación**, un aprovechamiento máximo y una **eliminación mínima** de los residuos, sin deterioro de la calidad del medio ambiente.

# Definición 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 desprendérse en virtud de las disposiciones nacionales vigentes".
- Ley Nacional N° 25916 (Argentina): "Denomíñese 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".

En resumen, puede definirse un *residuo* como todo resto o material resultante de un proceso de producción, transformación o utilización que su poseedor o generador decida abandonar o esté obligado a hacerlo.

## Problemática de los residuos sólidos

- El abandono de residuos 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<sub>2</sub>.
- 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

## **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



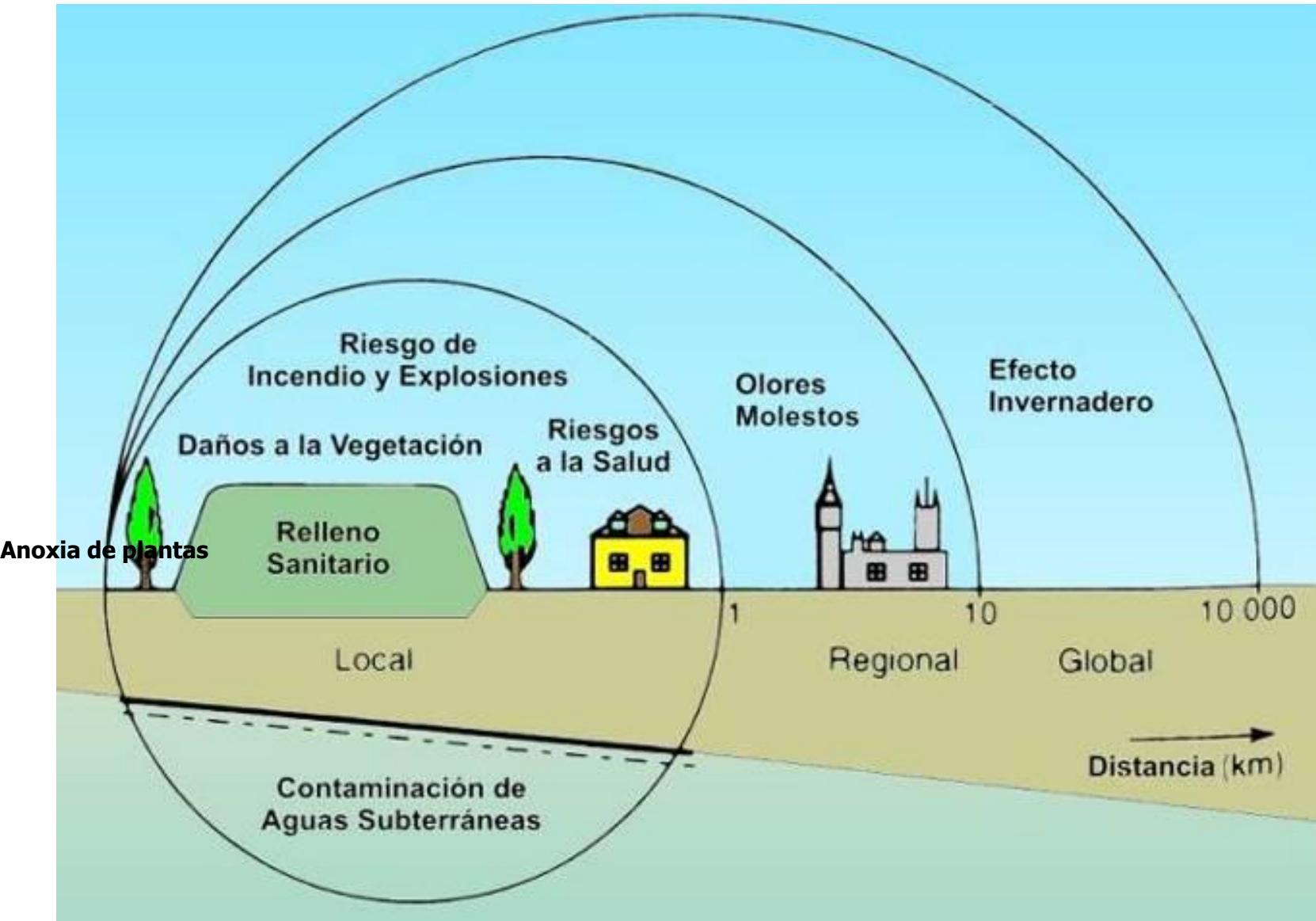


Basural. Sin cobertura, Presencia de Recuperadores informales. Sin control de lixiviados o gases.

## Impacto ambiental: aves



# Alcance del impacto de los vertederos de RSU



# **Clasificación de residuos según su naturaleza**

**RESIDUOS INERTES**

**RESIDUOS NO PELIGROSOS**

**RESIDUOS PELIGROSOS O ESPECIALES**

# RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

- Un *residuo sólido urbano* (RSU) 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

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

## **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.
- Grado de desarrollo de las actividades en el entorno urbano.

## **Factores que afectan a la generación y composición de RSU**

Factores que **afectan espacial y temporalmente:**

- La época del año
- El clima
- Área geográfica
- Nivel de vida de la población
- Modo de vida

## Cantidad de los RSU

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

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

# Características físicas y químicas

- **Peso específico o densidad** [kg/m<sup>3</sup>]: 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**.
- **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

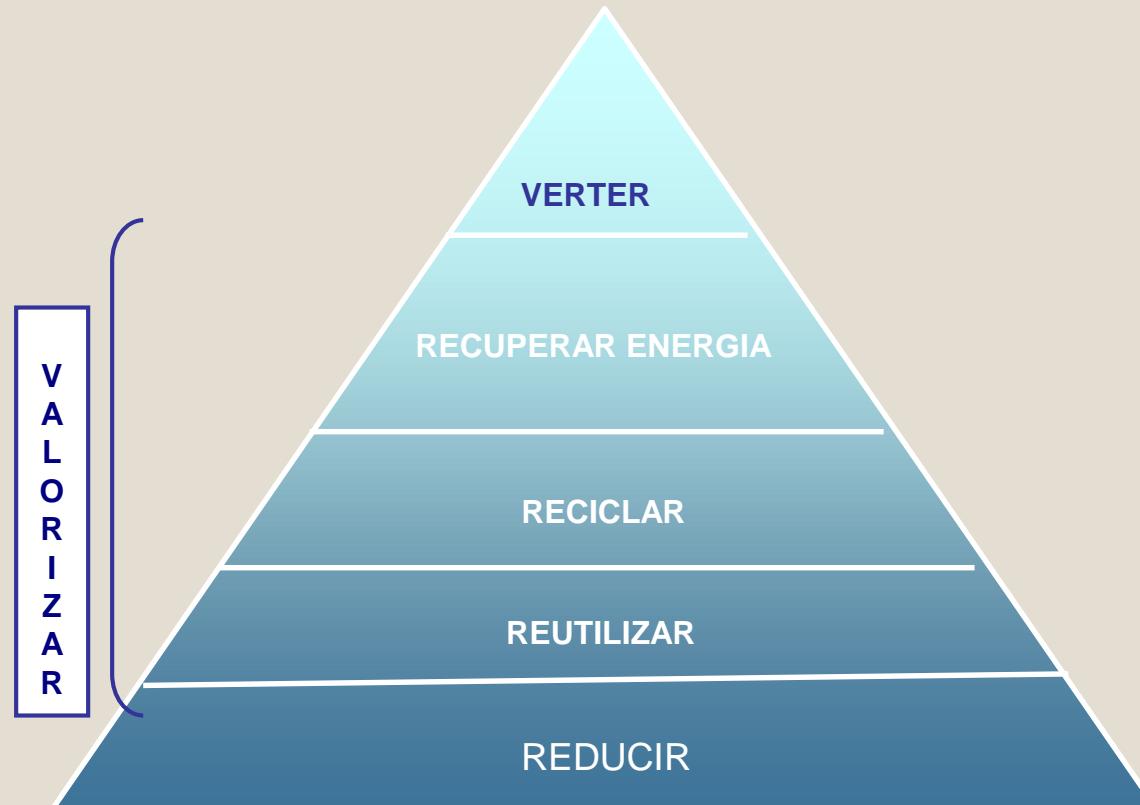
## Composición del RSU

- La composición se refiere a los componentes individuales que constituyen los 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](http://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: RDomiciliario



# RECOGIDA DIFERENCIADA: RDomiciliario

## PUNTOS VERDES EN MENDOZA



## **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.









## **CLASIFICACIÓN EN PLANTA : RDomiciliarios: PET**



# **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.

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 Sólidos provenientes de Zonas Residenciales
- Residuos Sólidos provenientes de Zonas Comerciales

- Residuos Sólidos provenientes de Limpieza de Espacios Verdes, Calles y Paseos Públicos.

- Otros residuos Asimilables a Urbanos con autorización.

## **RESIDUOS NO ADMITIDOS**

- Residuos que Contengan Materiales Volátiles y/o Inflamables.

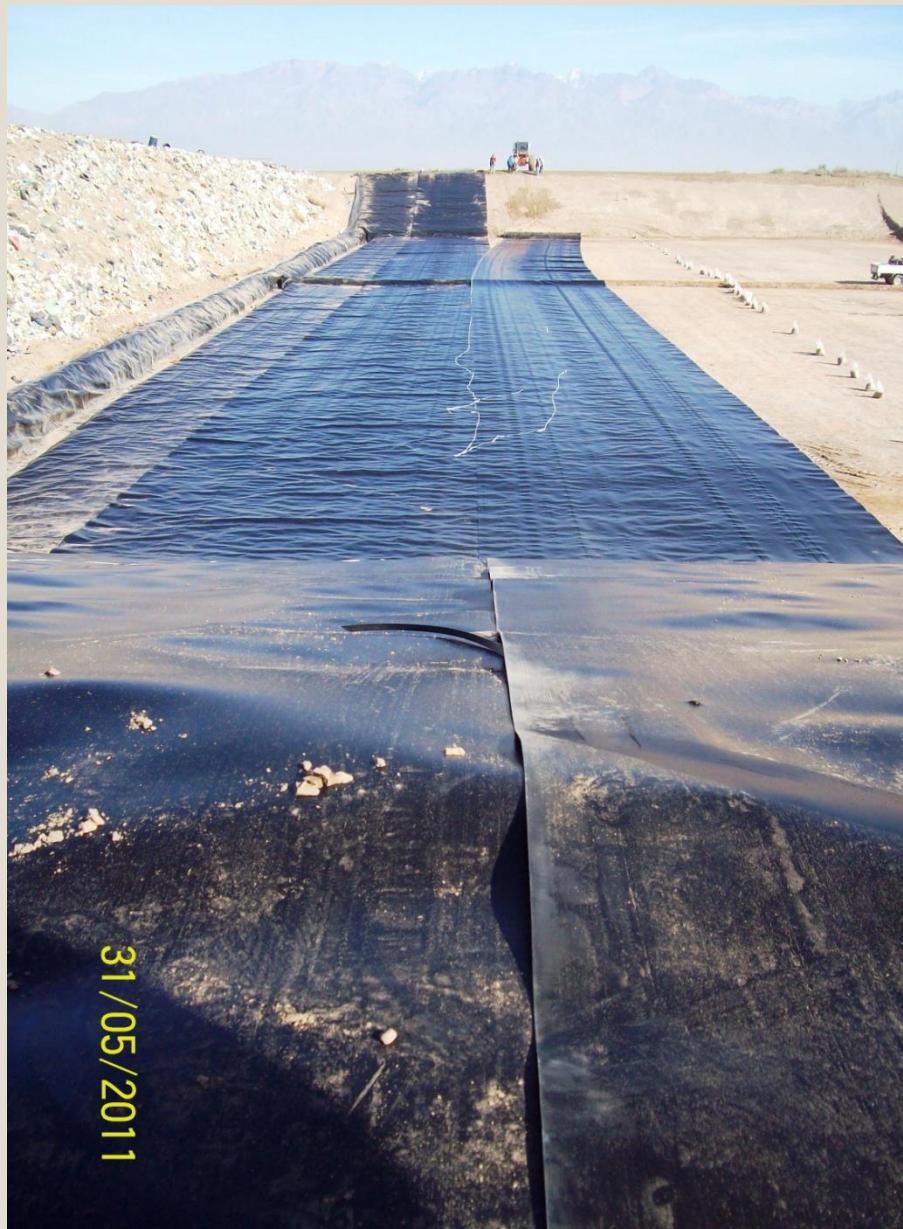
- Residuos Industriales sin Autorización.
- Residuos Peligrosos.

- Materiales Radioactivos, Explosivos o Patológicos.
- Residuos Líquidos o Semiliquidos.



31/05/2011





31/05/2011









# INCINERACIÓN

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

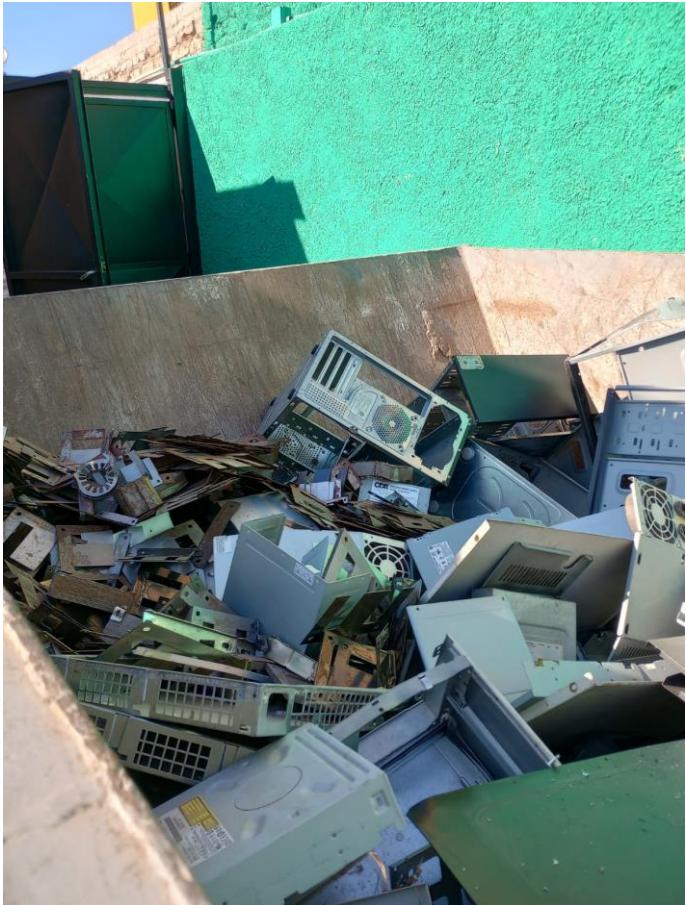
Los aspectos socioeconómicos ponen de manifiesto que se requieren elevadas inversiones, grandes costes de operación y, en general, una fuerte oposición popular.

# RECOGIDA DIFERENCIADA: RAEE



# CLASIFICACIÓN EN PLANTA : RAEE

**PLÁSTICOS**



**PLACAS**



**PELIGROSOS**

