

# Sostenibilidad Ambiental Industrial

## Bloque 4. Tecnologías y Procesos para el Control de las cargas ambientales



**Ángel Irabien Gulías**

**María Margallo Blanco**

**Lucía Gómez Coma**

**Javier Fernández González**

**DPTO. DE INGENIERÍAS QUÍMICA Y BIOMOLECULAR**

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



# OBJETIVOS BLOQUE 4

- 4.1 Emisión, inmisión y principales tecnologías de control de las emisiones a la atmósfera.
- 4.2 Los usos del agua y su calidad. Estaciones de Tratamiento de Aguas Potables (ETAP). Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR). El tratamiento de aguas industriales
- 4.3. Identificación y Caracterización de Residuos por origen y riesgo. Gestión de residuos inertes, no-peligrosos y peligrosos. Vertederos, incineración y otras tecnologías

# BLOQUE 4. Tecnologías y Procesos para el Control de las cargas ambientales

- 4.1 Emisión, inmisión y principales tecnologías de control de las emisiones a la atmósfera.
- 4.2 Los usos del agua y su calidad. Estaciones de Tratamiento de Aguas Potables (ETAP). Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR). El tratamiento de aguas industriales
- 4.3. Identificación y Caracterización de Residuos por origen y riesgo. Gestión de residuos inertes, no-peligrosos y peligrosos. Vertederos, incineración y otras tecnologías

## INMISION (Calidad de Aire)

*Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, y sucesivos*

- a) Definir y establecer objetivos **de calidad del aire**, de acuerdo con el anexo III de la Ley 34/2007, con respecto a las **concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas (PM10 y PM2,5), plomo, benceno, monóxido de carbono, ozono, arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno en el aire ambiente.**
- b) Regular la evaluación, el mantenimiento y la mejora de la calidad del aire en relación con las sustancias enumeradas en el apartado anterior y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) distintos al benzo(a)pireno.
- c) **Establecer métodos y criterios comunes de evaluación** de las concentraciones de las sustancias reguladas en el apartado 1, el mercurio y los HAP y de los depósitos de arsénico, cadmio, mercurio, níquel y HAP.
- d) **Determinar la información a la población y a la Comisión Europea** sobre las concentraciones y los depósitos de las sustancias mencionadas en los apartados anteriores, el cumplimiento de sus objetivos de calidad del aire, los planes de mejora y demás aspectos regulados en la presente norma.
- e) **Establecer, para amoniaco (NH3)**, de acuerdo con el anexo III de la Ley 34/2007, métodos y criterios de evaluación y establecer la información a facilitar a la población y a intercambiar entre las administraciones.

### EVOLUCION TEMPORAL REGULACION DE INMISION

EU		ES
<b>Directiva 96/62/CE</b>	<b>Directiva 1999/30/CE</b> <b>SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, PM10 y Pb</b>	<b>RD 1073/2002</b> <b>SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, Pb, Benceno y CO</b>
	<b>Directiva 2000/69/CE</b> <b>Benceno y CO</b>	
	<b>Directiva 2002/3/CE</b> <b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	<b>RD 1796/2003</b> <b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>
	<b>Directiva 2004/107/CE</b> <b>As, Cd, Hg, Ni e PAHs</b>	<b>RD 812/2007</b> <b>As, Cd, Hg, Ni e PAHs</b>

**Modificaciones RD 102/2011 Transpone Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008 y la Directiva 2004/107/CE, de 15 de diciembre de 2004. Se incluyen PM 2.5 y amoniaco**  
 Directiva 2015/1480 Seguimiento

# GESTION DE LA CALIDAD DEL AIRE ,

## INMISION

La Red Automática de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de Cantabria Actualmente consta de once estaciones fijas y una unidad móvil.

Cantabria: <https://airecantabria.com/>

España: <https://www.miteco.gob.es>

Europa: <https://www.eea.europa.eu/es/themes/air>

Mundo: <https://aqicn.org/map/world/>

## (b) EMISIONY TECNOLOGIAS DE CONTROL

**QUE SE EMITE, CUANTO SE EMITE Y CUANDO SE EMITE**  
Formas de Materia o **Formas de Energía (Ruido)**

(1) **Contaminantes Primarios**: Efectos nocivos en la forma que se emiten: CO<sub>2</sub>, Partículas, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, otras sustancias que puedan causar efectos nocivos.

(2) **Contaminantes Secundarios**: Principales efectos nocivos asociados a transformaciones de los primarios en la atmósfera.

***HC + NO<sub>x</sub> → Oxidantes FOTOQUIMICOS***

***Ozono equivalente***

# EVALUACION DE LA EMISION

## A) VARIABLES DEL ORIGEN (CAPCA, RD 10/2011)

**SUSTANCIA “i” Contaminantes potenciales. Graduación según su Riesgo (TIPO DE RIESGO Y POSIBLE EFECTO NOCIVO )**

**CANTIDAD DE SUSTANCIA “i” Masa en general por unidad de referencia (tiempo, producto, consumo de materias primas, valor añadido, etc....)**

**COMO Y CUANDO SE EMITE Fuentes Fijas, Fuentes Difusas y Fuentes Móviles**

## B) VARIABLES DEL DESTINO

**Valor que alcanza la concentración del contaminante “i” en la atmósfera (VULNERABILIDAD DEL MEDIO).**

# ORIGEN ANTROPOGENICO DE CARGAS AMBIENTALES A LA ATMÓSFERA

**Fuentes móviles.** Depende del vehículo (antigüedad, motor y combustible) y **del modo de conducción (ITV)**

**Fuentes fijas.** Gran variedad de actividades potencialmente emisoras,

**RD 100/2011 ANEXO**

Catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.  
CAPCA-2010

# Estrategias para el control del impacto ambiental de emisiones

- a) Generación del Contaminante. Consecuencia de la actividad. Minimización de emisiones e información: MTD y E-PRTR
- b) Sistemas de Tratamiento.
- c) Tecnologías de Tratamiento Complejidad en la Elección: Diferentes Fuentes de Emisión, Gran variedad de Contaminantes y Cargas.

-Medidas Integradas en el Proceso

-Tratamientos final de tubería (instalaciones individuales/centrales)

# EJEMPLOS DE TECNOLOGIAS DE CONTROL DE EMISIONES

## 1. FUENTES MOVILES

El convertidor catalítico contiene un catalizador eficaz (normalmente un metal precioso, como platino o rodio) dispersado sobre una base cerámica o metálica, una carcasa y, dependiendo del diseño, diversos controles para regular el proceso.

Dependiendo del diseño, el convertidor catalítico oxida el monóxido de carbono convirtiéndolo en dióxido de carbono, y los hidrocarburos convirtiéndolos en dióxido de carbono y agua, y/o reduce los óxidos de nitrógeno produciendo nitrógeno y oxígeno gaseosos. Los convertidores catalíticos eficientes reducen en hasta un 90 por ciento el nivel de contaminantes en el gas de escape.

## 2.FUENTES FIJAS

(a) La Chimenea (dilución) Se basa en llevar la emisión a una altura , de modo que los contaminantes se dispersen (diluyan) antes de llegar al suelo. La dispersión depende de las condiciones del **foco emisor (caudal, concentración, altura)**, y de las condiciones meteorológicas y topográficas

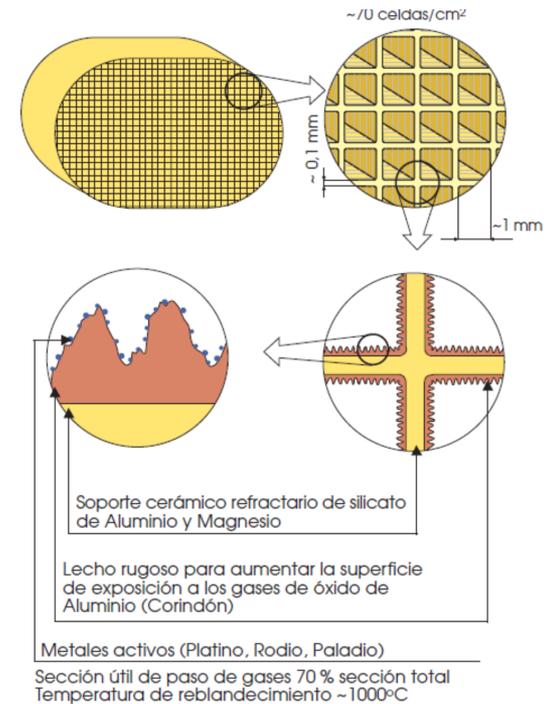
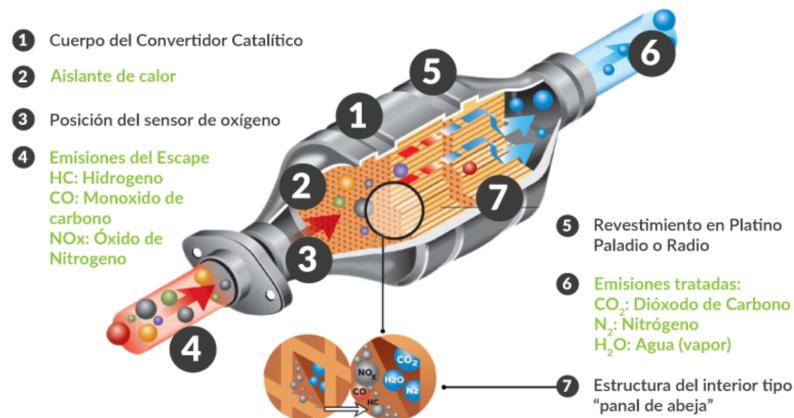
(b) Procesos de separación y/o tratamiento de gases

CONVERTIDOR CATALITICO

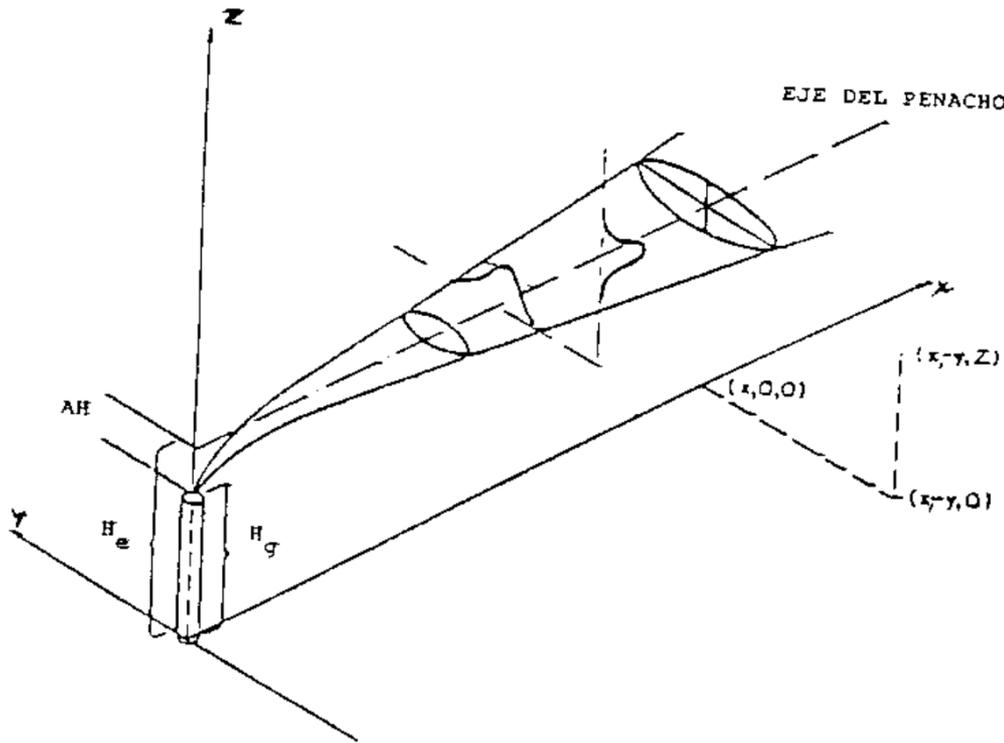
• CONVERTIDOR

• Catalizador (Panel de Abeja)

¿Cómo es un convertidor catalítico?



# CHIMENEA (Dispersión forzada)



# PROCESOS DE SEPARACION Y/O TRATAMIENTO DE EMISIONES

## 1. Operaciones Básicas

Separación de Partículas

Condensación (disolventes)

Absorción

Adsorción , etc.

## 2. Reactores Químicos

Desulfuración de Gases

Reducción de óxidos de nitrógeno

Otros Procesos

## PREGUNTAS CLAVE 3.1

1. Buscar la ecuación para el dimensionado de la altura de una chimenea e identificar las variables y su significado.
2. Documentos de conclusiones de Mejores Tecnologías Disponibles (MTD)
3. Características del Registro de Emisiones y Fuentes Contaminantes E-PRTR

## **3.2. GESTION SOSTENIBLE DEL AGUA**

**Objetivo 6.  
Identificación de  
las tecnologías  
básicas de control  
de las cargas  
ambientales al  
medio acuático.**

- El ciclo del agua y las cargas ambientales: impactos principales. Los usos del agua y su calidad.
- Gestión Ambiental de Aguas.
- Tecnologías para los usos y depuración del agua: Estacion de Tratamiento de Aguas Potables (ETAP) y Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).  
Depuración de aguas industriales.

- El 28 de julio de 2010, a través de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos

## GLOBAL 2020



**GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD Y LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA Y EL SANEAMIENTO PARA TODOS**

ANTES DE LA COVID-19

A PESAR DE LOS AVANCES,  
**MILES DE MILLONES**  
CARECEN DE SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO



**2.200 MILLONES DE PERSONAS**  
CARECEN DE AGUA POTABLE  
GESTIONADA DE MANERA SEGURA  
(2017)



**4.200 MILLONES DE PERSONAS**  
CARECEN DE SANEAMIENTO  
GESTIONADO DE MANERA SEGURA  
(2017)



**DOS DE CADA CINCO**  
CENTROS DE SALUD  
EN EL MUNDO  
CARECEN  
DE JABÓN Y AGUA DE  
DESINFECTANTES DE MANOS  
A BASE DE ALCOHOL  
(2016)



CONSECUENCIAS DE LA COVID-19



**3.000 MILLONES**  
DE PERSONAS EN EL MUNDO

CARECEN DE INSTALACIONES BÁSICAS  
PARA LAVARSE LAS MANOS EN EL HOGAR



EL MÉTODO MÁS EFECTIVO PARA  
LA PREVENCIÓN DE LA COVID-19



LA ESCASEZ DE AGUA  
PODRÍA DESPLAZAR UNOS  
**700 MILLONES DE PERSONAS**  
PARA EL AÑO 2030



ALGUNOS PAÍSES MOSTRARON  
UN DÉFICIT DEL 61% PARA ALCANZAR LAS METAS  
VICNCULADAS AL AGUA Y AL SANEAMIENTO

# 1. El ciclo del agua y las cargas ambientales: impactos principales. Los usos del agua y su calidad

## GESTION DEL AGUA:

-Ciclo Integral del agua (Oferta)

-Usos del agua. La Huella Hídrica (Demanda)

## IMPACTOS PRINCIPALES

### a) Acidificación acuática.

La Carga Ambiental (CA) es: te/año de iones  $H^+$  .

### b) Demanda Acuática de Oxígeno.

La CA es: es te/año de oxígeno.

### c) Ecotoxicity to aquatic life.

La CA es: (i) te/a copper equivalente, y (ii) te/a formaldehyde equivalente.

### d) Eutrofización.

La CA es: te/a fosfato equivalente.

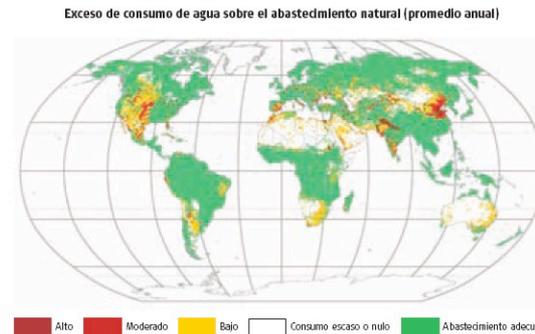
# LOS USOS DEL AGUA Y SU CALIDAD

- Solo el 2,5% del agua del Planeta es dulce, la mayoría 2,14% está congelada en los polos.
- El riego agrícola supone casi el 70% de los usos promedio del agua dulce.
- La demanda de agua va asociada al incremento de la población (7875 MM personas 2021) y al incremento de la demanda ligada al bienestar y al desarrollo económico (industrial).
- Los usos del agua degradan su **CALIDAD**, originando enfermedades, necesidad de depuración y posibles conflictos por la escasez del recurso.

## POLITICAS DE AGUAS

Definen la relación entre el agua como recurso natural y sus usos en un marco concreto.

- 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: "El agua, una responsabilidad compartida"



## Criterios de calidad en función de los usos del agua

- 1- **Aguas para consumo humano o fabricación de alimentos.** Directiva 98/83. Directiva (UE) 2020/2184
- 2- **Aguas aptas para la vida de los peces y cría de moluscos** Real Decreto 345/1993 , de 5 de Marzo de 1993, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos Directiva 79/923/CEE
- 3- **Aguas aptas para el baño** RD 734/88 y 927/88 (Directiva 76/160).
- 4- Real Decreto 1620/2007 que establece el régimen jurídico de la **reutilización de las aguas depuradas.**
- 5- **Criterios de calidad específicos** dependiendo de usos y organismos de cuenca (Confederaciones Hidrográficas)

## 2. GESTION AMBIENTAL DE AGUAS

**OBJETIVO:** Definir y establecer las medidas técnicas y de gestión para el mejor uso del agua; evaluando económicamente los proyectos ambientales.

### A) VARIABLES AMBIENTALES

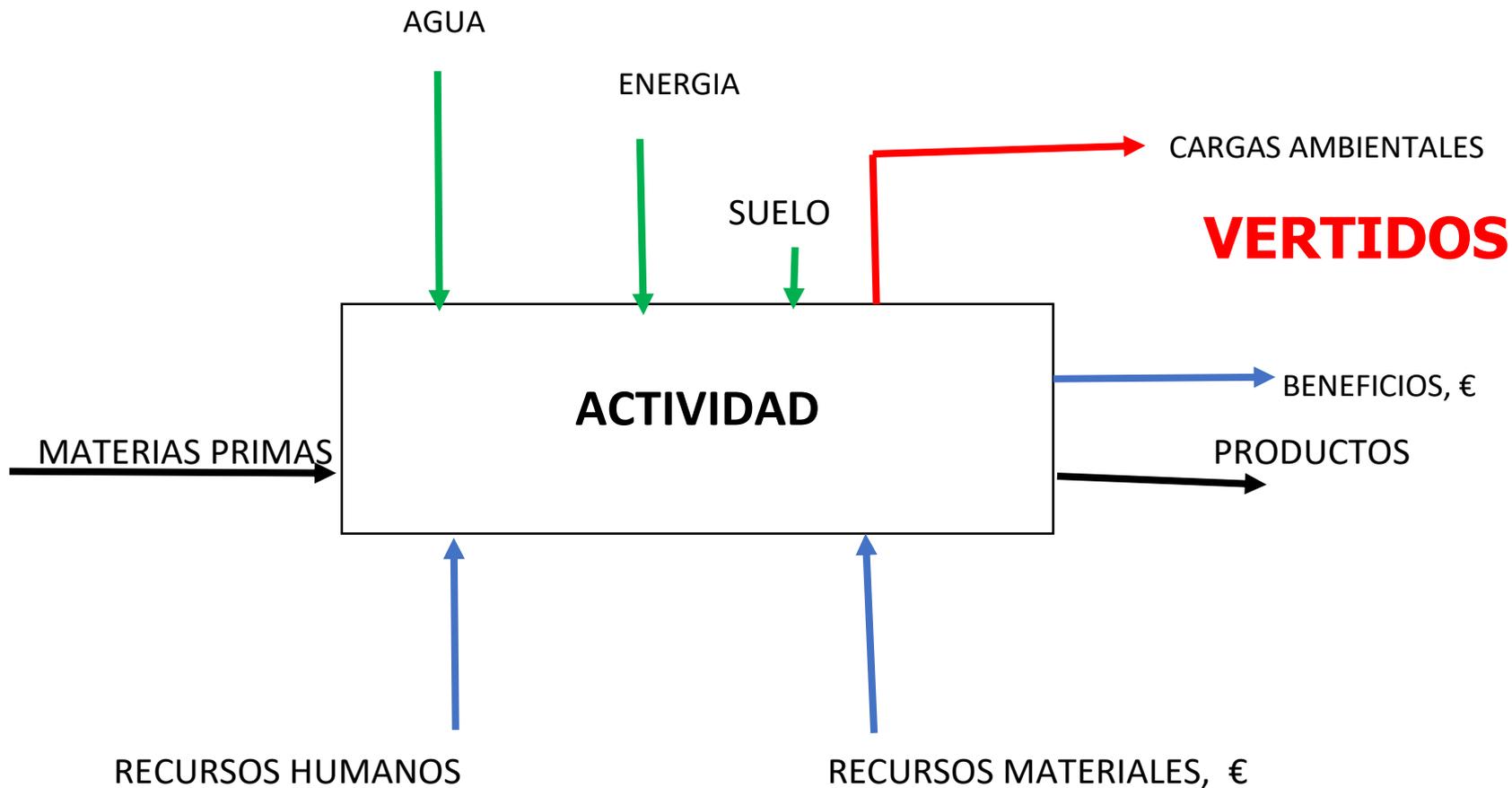
- 1) Cantidad de agua necesaria ( $\text{m}^3/\text{dia-mes-año}$ )
- 2) Vertidos a realizar: cantidad ( $\text{m}^3/\text{dia-mes-año}$ ) y calidad (características/limitaciones).
- 3) Sensibilidad Ambiental del medio receptor (calidad de aguas)

### B) ESTRATEGIAS AMBIENTALES

- 1) Minimización de consumo de agua
- 2) Minimización de vertidos: Optimización del uso del agua, reutilización del agua.
- 3) Segregación de efluentes
- 4) Tecnologías de control de vertidos

## CARGAS AMBIENTALES

### CAPTACION/COMPRA DE AGUA



## GESTION DE VERTIDOS.

Todas las aguas deberían estar libres de sustancias atribuibles a vertidos u otras fuentes de contaminación que den lugar a:

- 1) Decantación o formación de depósitos.
- 2) Flotación de materiales sólidos, espumas, aceites u otros elementos que den lugar a molestias.
- 3) Producción de color, olor, sabor o turbidez.
- 4) Daños, toxicidad o respuestas fisiológicas adversas en humanos animales y/o plantas.
- 5) Produzcan efectos no deseables en la vida acuática.

### Competencias en cuanto a autorizaciones de vertido

Tipo de Vertido	Destinatario	Órgano competente: cuencas intercomunitarias	Órgano competente: cuencas intracomunitarias
Directo	aguas superficiales(cauces, canales de riego, subterráneas, etc.) o cualquier otro elemento del DPH	Organismos de cuenca	Órganos autonómicos
Directo	aguas subterráneas	Organismos de cuenca	Órganos autonómicos
Indirecto	aguas superficiales(azarbes, canales de desagüe, redes de colectores de aguas residuales o pluviales)	Órganos autonómicos locales	Órganos autonómicos o locales
Indirecto	aguas subterráneas	Organismos de cuenca	Órganos autonómicos
Todos	aguas costeras y de transición(dominio-público marítimo-terrestre)	Órganos autonómicos	Órganos autonómicos

Competencias en cuanto a autorizaciones de vertido

**Ver en información complementaria el Manuel y la Autorización**

## **Calidad de aguas: vertidos**

- **A2-1.- Vertidos al Dominio Público Hidráulico (DPH)**
- **A2-2. Vertido al Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT)**
- **A2-3. Vertido a Red de Saneamiento.**  
Reglamentos propios de la Red de Saneamiento (Municipales, Autonómicos o Interautonómicos)

## ARU- Aguas Residuales Urbanas

Tratamiento de ARU Directiva 91/271. Modificación en Directiva 98/15

Informes - [COM\(98\) 775](#); [COM \(2001\) 685](#);  
[COM\(2004\) 248](#); [COM\(2007\) 128 final](#)

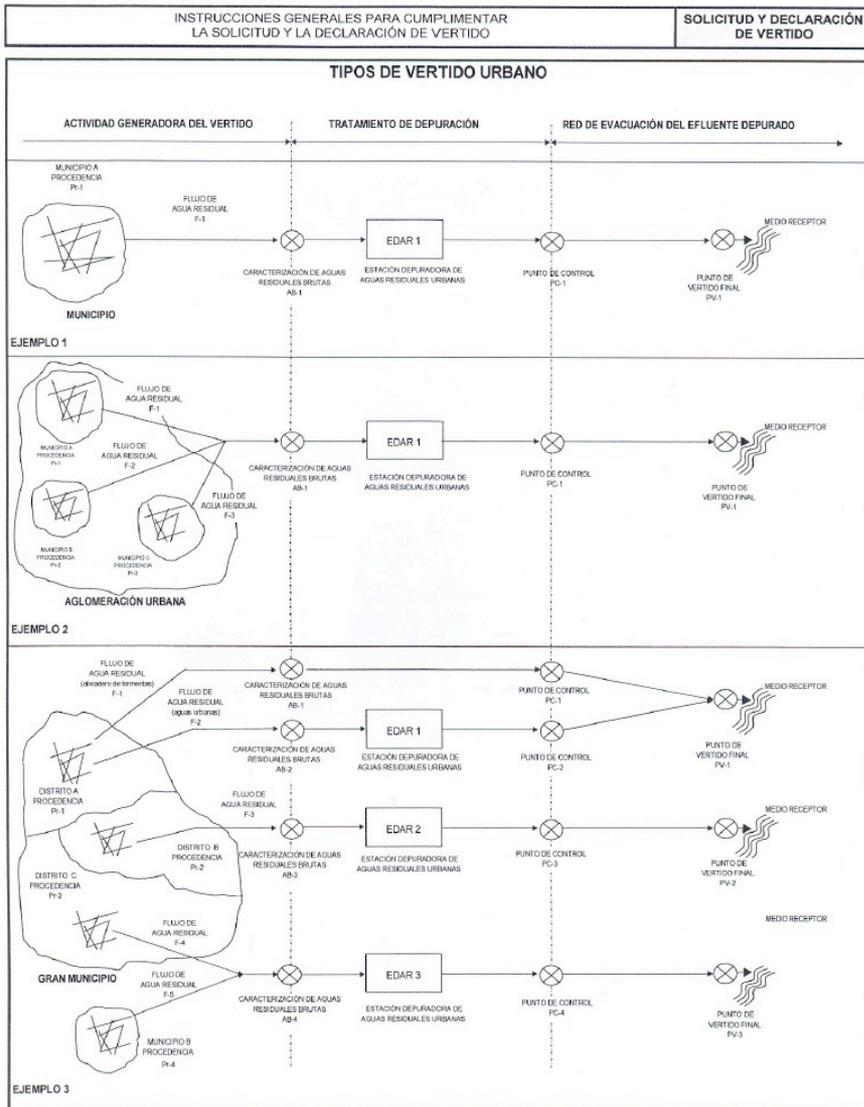
**Limita DBO, DQO, SS +(P y N) en las aguas residuales urbanas tratadas**

GESTION ADMINISTRATIVA DE VERTIDOS [Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero](#) ,



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE

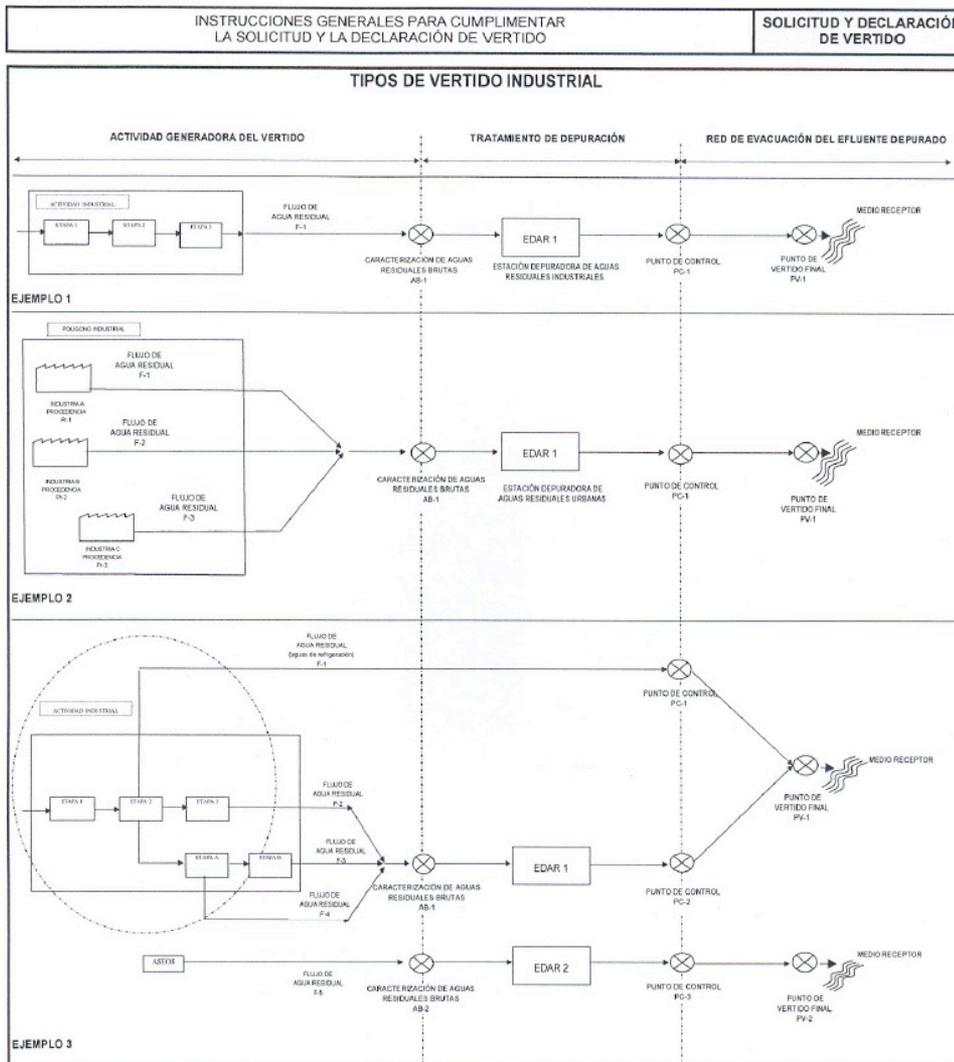
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA  
DEL .....





MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA  
DEL .....



### 3. Tecnologías para los usos y depuración del agua: Estación de Tratamiento de Aguas Potables (ETAP) y Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR). Depuración de Aguas Industriales

4. Los tipos de análisis para el autocontrol son los siguientes:

1.º Examen organoléptico: consiste en la valoración de las características organolépticas del agua de consumo humano en base al olor, sabor, color y turbidez.

2.º Análisis de control: este tipo de análisis tiene por objeto facilitar al gestor y a la autoridad sanitaria la información sobre la calidad organoléptica y microbiológica del agua de consumo humano, así como información sobre la eficacia del tratamiento de potabilización.

A) Parámetros básicos incluidos en este tipo de análisis: olor, sabor, turbidez, color, conductividad, concentración del ión Hidrógeno o pH, amonio, «Escherichia coli» (E. coli) y bacterias coliformes.

B) Parámetros que al menos se determinarán a la salida de la ETAP/depósito de cabecera o en su defecto a la salida del depósito de regulación y/o distribución:

- a) Hierro: cuando se utilice como floculante.
- b) Aluminio: cuando se utilice como floculante.
- c) Recuento de colonias a 22 °C.
- d) «Clostridium perfringens» (incluidas las esporas).

C) Parámetros en función del método de desinfección:

- a) Nitrito: cuando se utilice la cloraminación.
- b) Cloro libre residual: cuando se utilice el cloro o derivados.
- c) Cloro combinado residual: cuando se utilice la cloraminación.

**AGUA PARA CONSUMO HUMANO, ETAP**

A) Tratamiento de  
Aguas  
Subterráneas.  
AIREACION,  
ABLANDAMIENTO,  
FILTRACION  
DESINFECCION,  
ALMACENAMIENTO.

B) Tratamiento de  
Aguas Superficiales  
PRESEDIMENTACION,  
MEZCLA FLOCULACION  
Y SEDIMENTACION,  
FILTRACION  
ADSORCION  
DESINFECCION  
ALMACENAMIENTO

### DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES URBANAS, EDAR

A) Generación Distribuida, se requiere Sistema de Recogida. Obra Civil (Red de Saneamiento).

B) Variables de Generación:

- En nuestro contexto: 150 l/Hdía
- UC (unidad de contaminación por habitante y día) 90 gramos de materia en suspensión y 61 gramos de materia oxidable (materia orgánica)

ARU homogeneizadas: Contaminantes

DBO<sub>5</sub> (mg/l) 100-250

DQO (mg/l) 200-700

P total (mg/l) 6-10

N total (mg/l) 20-30

Sólidos Suspendidos (mg/l) 100-400

## AGUAS DE TORMENTA Y SU DESCARGA

Aguas de tormenta o pluviales, está asociada a sistemas municipales de alcantarillado o colectores industriales.

- A1- Municipales: según la población, mas que 250.000 habitantes entre 100.000 y 250.000. Tanques de tormenta.
- A2- Actividades industriales:
  - Contaminación potencial
  - Necesidad de pretratamiento
  - Información sobre su generación
  - Autorización de descarga

## TECNOLOGIAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS

### 1. Separación de la carga contaminante del agua (sólidos suspendidos).

TRATAMIENTO PRIMARIO (Separación Física)

Decantación, Sedimentación, Filtración, Membranas, etc.

### 2. Transformación de la carga contaminante del agua basada en transformaciones (materia orgánica).

TRATAMIENTO SECUNDARIO (Degradación Materia Orgánica)

a) Oxidación química de la Materia Orgánica.

b) Transformación de la carga contaminante del agua basada en la acción de sistemas biológicos

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DEL AGUA POR ACCIÓN DE SISTEMAS MICROBIANOS:

Oxidación de la Materia Orgánica, Desnitrificación, etc.

### 3. Otros tratamientos adicionales específicos

TRATAMIENTO TERCIARIO

## DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

- 1) Separación de sólidos gruesos. DESBASTE  
Separación de Sólidos Suspendedos. DECANTACION PRIMARIA  
(Primario)
  
- 2) Transformación de la materia orgánica biodegradable.  
TRATAMIENTO BIOLÓGICO o FÍSICO QUÍMICO. (Secundario)  
Separación de sólidos suspendedos del proceso biológico o de  
coagulación química DECANTACION.  
Separación de sólidos finos. FILTROS DE ARENA O ARCILLAS.
  
- 3) Transformación de N y P. TRATAMIENTOS AVANZADOS.  
Tratamientos terciarios

## DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

- 1) Separación de contaminantes mediante operaciones basadas en diferencias de propiedades físicas. EJEMPLOS: filtración, membranas, extracción, etc.
- 2) Transformación de contaminantes mediante procesos químicos (o térmicos). Puede ir asociado a operaciones de separación. EJEMPLOS: Neutralización, Oxidación avanzada, reducción Cromo (VI), etc.....
- 3) Transformación de contaminantes mediante procesos biológicos. EJEMPLO: Degradación de materia orgánica mediante lodos activos.

### PREGUNTAS BLOQUE 3.2

1. Objetivo de una gestión ambiental del agua y modos de conseguirlo.
2. Comentar los principales requisitos de calidad de agua para dos usos distintos.
3. Comentar los requisitos de los vertidos en dos medios distintos, por ejemplo DPH y DPMT.
4. Comentar las consecuencias económicas del uso del agua en la industria.

## 3.3. GESTION DE RESIDUOS

3.3.1. Características específicas del suelo.

3.3.2. Identificación y caracterización de residuos: por origen y por riesgo.

3.3.3. Gestión de Residuos inertes, no-peligrosos y peligrosos.

3.3.4. La economía circular: la incineración, los vertederos

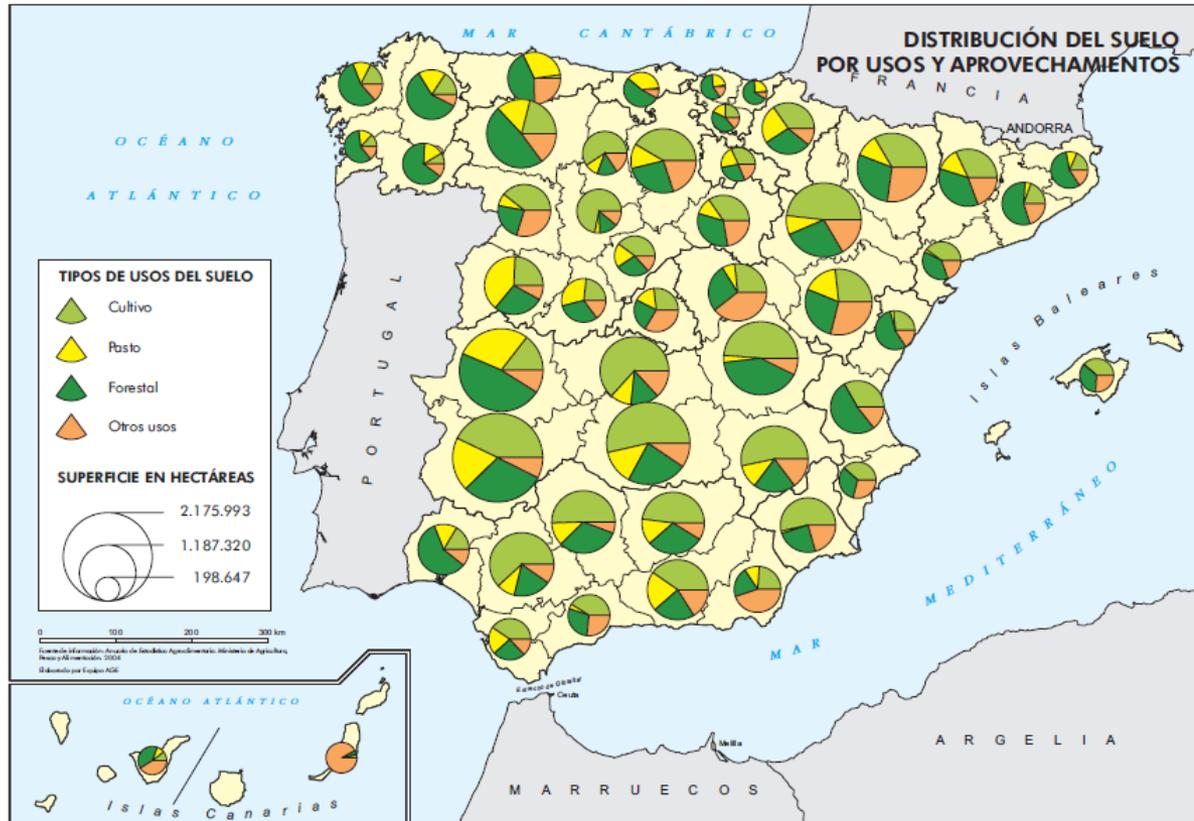
## 3.3.1. Características específicas del suelo.

- La cubierta del suelo (**Land Cover, LC**) o categorización de la superficie terrestre en distintas unidades según sus propiedades biofísicas, como, por ejemplo, superficie urbana, cultivo, arbolado forestal, etc.
- El uso del suelo (**Land Use, LU**) o caracterización del territorio de acuerdo con su dimensión funcional o su dedicación socioeconómica actual, como por ejemplo uso industrial, comercial, recreativo, etc.



**Espacios Naturales Protegidos en Cantabria: 39 153.120,51 Ha 28,5% Superficie (MITECO, 2021)**

## LOS USOS DEL SUELO



## CARGAS AMBIENTALES INDUSTRIALES

### IMPACTO

Total Hazardous Solid  
Waste Disposal te/y  
(describe hazard)

Total Non-Hazardous  
Solid Waste Disposal  
te/y

### Contaminación del suelo

Ley 22/2011, de 28 de  
julio, de residuos y suelos  
contaminados  
(2021) Proyecto de Ley de  
Residuos y Suelos  
Contaminados

## 3.3.2. IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE RESIDUOS: ORIGEN Y RIESGO

**DEFINICION:** Material destinado al abandono por haber perdido su valor de cambio o de uso

**Directiva 2008/98/CE Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.**

- Residuo: cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse.
- Gestión de residuos: la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.
- Prevención: medidas adoptadas antes de que una sustancia, material o producto se haya convertido en residuo.
- Valorización: cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil.
- Reciclado: toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad.

## MARCO GENERAL

### CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS

- 1) Los residuos siempre son un problema o una ineficiencia del sistema
- 2) No hay soluciones buenas, hay alternativas menos malas.

### POLITICA DE RESIDUOS (Directiva 2008/98)

#### *Artículo 4*

#### **Jerarquía de residuos**

La siguiente jerarquía de residuos servirá de orden de prioridades en la legislación y la política sobre la prevención y la gestión de los residuos:

- a) prevención;
- b) preparación para la reutilización;
- c) reciclado;
- d) otro tipo de valorización, por ejemplo, la valorización energética; y
- e) eliminación.



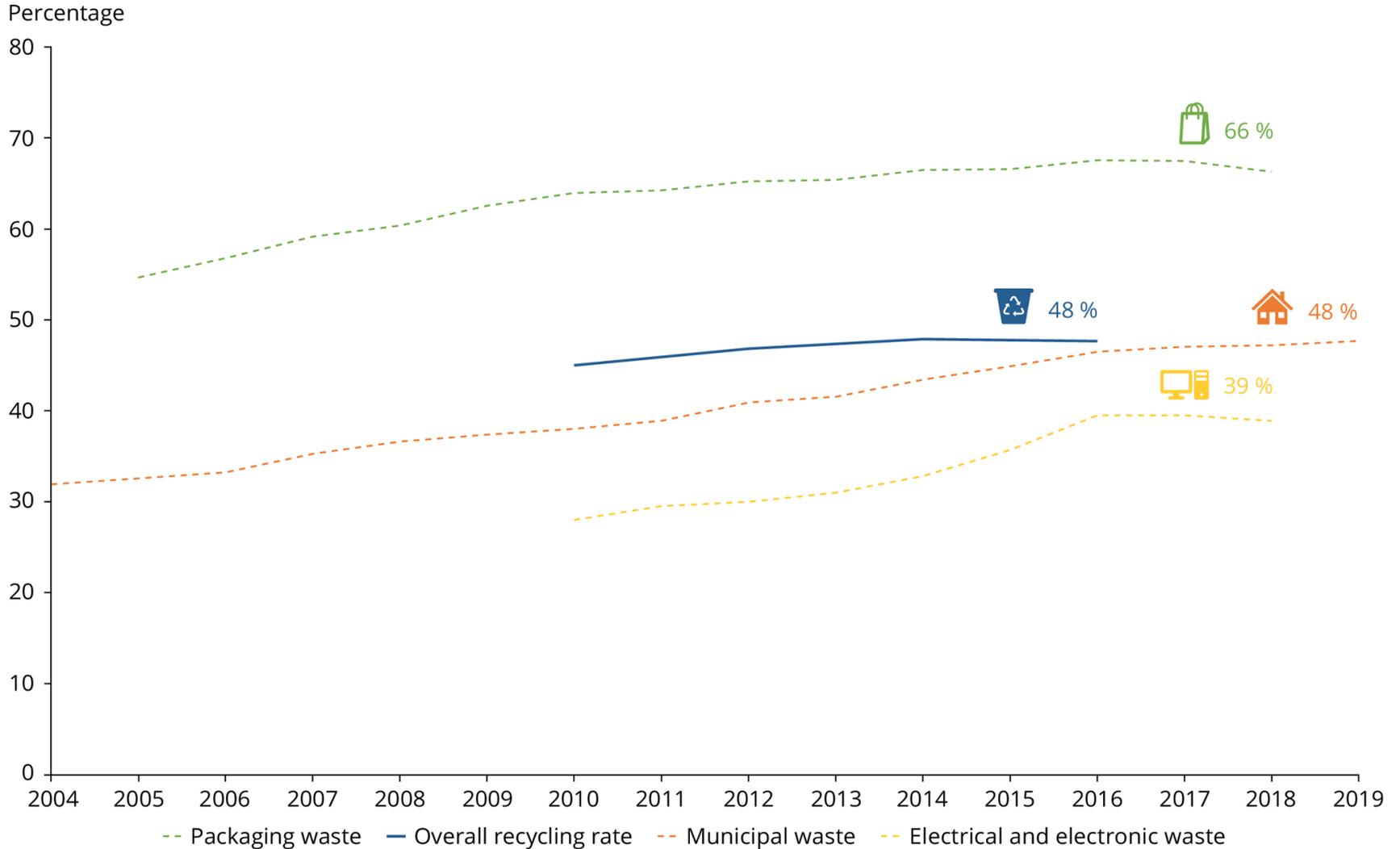
## Sostenibilidad Ambiental Industrial

Bloque 4. Tecnologías y Procesos para el Control de las cargas ambientales



# Sostenibilidad Ambiental Industrial

## Bloque 4. Tecnologías y Procesos para el Control de las cargas ambientales



## CLASIFICACIONES

### Desarrollo Histórico

- 1) Residuos Sólidos Urbanos (RSU).
- 2) Residuos de actividades clasificadas:  
Sanitarias, mineras, agropecuarias, industriales, etc.

### Clasificaciones para la gestión

- 1) ORIGEN del residuo. Refleja de donde proviene.  
(Identificación LER Lista Europea de residuos XX XX XX)
- 2) RIESGO del residuo. Describe el nivel de riesgo para la Salud o para el Medio Ambiente asociado al residuo.

RESIDUOS INERTES

RESIDUOS NO PELIGROSOS

RESIDUOS PELIGROSOS

## MARCO REGULADOR

### AMBITO INTERNACIONAL

- Convenios Internacionales de Transporte transfronterizo de Residuos Peligrosos.

### AMBITO EUROPEO

Directiva 2008/98

### AMBITO ESPAÑA

Ley 22/2011 de Residuos y Suelos Contaminados

### AMBITO CANTABRIA

- Ordenes y decretos para aplicar la Ley

## IDENTIFICACION DE RESIDUOS

### 1-1) POR ORIGEN

De acuerdo a la Lista Europea de Residuos LER (Orden MAM 304/2002)

Ejemplo LER.

06 Residuos de Procesos Químicos Inorgánicos.

06 01 Residuos de fabricación, formulación, distribución y utilización de ácidos.

06 01 02\* Acido fluorhídrico.

### 1-2) POR COMPOSICION

Siguiendo las normas de etiquetado y embalaje de sustancias peligrosas (RD 363/1995 y modif.)

### 1-3) DE ACUERDO A LOS CODIGOS DE LA OCDE.

# CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

**Código OCDE RD952/1997:**

**Q-N//D-N// R-N// L,P,S o G-N//C-N//H-N//A, B-N**

**Q** Categoría del residuo

**D** Operaciones de eliminación

**R** Operaciones de Valorización

**L/P/S/G** estado del residuo líquido, lodo,solido,gas.

**C** Constituyentes del residuo

**A** Actividad que genera el residuo

**B** proceso que genera el residuo

**H** **Propiedades de Peligrosidad (Directiva 2008)**

**H1**-Explosivo, **H2**-Comburente,

**H3**-Inflamable, **H4**-Irritante,

**H5**-Nocivo, **H6**-Tóxico,

**H7**-cancerígeno, **H8**-Corrosivo,

**H9**-Infeccioso, **H10**-teratogénico,

**H11**-Mutagénico, **H12**-Reactivo,

**H13**-Evolución en vertido,

**H14**- Ecotoxicidad y

**H15**- Residuos susceptibles,

después de su eliminación, de dar

lugar a otra sustancia por un medio

cualquiera, por ejemplo, un

lixiviado que posee alguna de

las

**49**

características antes enumeradas.

## HETEROGENEIDAD DE LOS RESIDUOS

En muchos casos cada grupo de residuos contiene materiales y propiedades diferentes.

Ejemplo LER grupo 20 residuos municipales:

- 1) Componentes individuales: restos de alimentos (6-26%), papel-cartón (18-60%), Vidrio (4-16%), envases ligeros, etc.
- 2) Distribución de tamaños: nºobjetos/ton-cm y %masa-cm
- 3) Humedad (10-35%)
- 4) Densidad (kg/m<sup>3</sup>): No compactados (90-180), compactados (camión) (180-450), vertedero (sin compactación 350-550) con compactación 600-750)
- 5) Propiedades químicas: análisis aproximado (humedad, volátiles, carbono fijo, no combustible); análisis elemental (carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, cenizas)

## **3.3.3.GESTION DE RESIDUOS INERTES, NO PELIGROSOS Y PELIGROSOS**

### **a) Planificación**

#### **Proyecto de Ley de Residuos y Suelos Contaminados. (2021)**

- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022
- Plan Estatal de Inspección en materia de Traslados Transfronterizos de Residuos 2021-2026 (PEITTR)
- Plan Nacional Integral de Residuos de España (PNIR)
- Planes y programas de las Comunidades Autónomas (Plan de Residuos de Cantabria 2017-2023)
- Documento guía de la Comisión Europea para la elaboración de Planes de Gestión de Residuos

### **b) Etapas en la Gestión de los Residuos Ley 22/2011**

- c) Vertido** Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

# ETAPAS EN LA GESTION DE RESIDUOS

- 1) GENERACION
- 2) RECOGIDA
- 3) TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE
- 4) PROCESADO Y RECUPERACION
- 5) VERTIDO CONTROLADO

# 1./2./3. GENERACION/RECOGIDA /TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS

## Tipo:

Concentrada/Distribuida

## RECOGIDA

Selectiva /En masa

## Tasa de generación:

kg/hab día ; kg /unidad  
producida; etc.

## Sistemas de Gestión de Residuos

(Envases, Aparatos  
eléctricos y electrónicos,  
envases, etc.)

**SOBRECOSTE ECONOMICO**

## Ejemplo:

Residuos Municipales,  
Generación distribuida,  
tasa de generación  
aprox. 1,2 kg/hab día.

## TRANSPORTE

Contenedor Fijo/Movil.  
**LOGISTICA**

# 4. PROCESADO Y RECUPERACION

## TECNOLOGIAS DE PROCESADO.

- a) **Reducción mecánica de tamaño y forma:** molinos, fragmentadores, etc.
- b) **Separación mecánica de componentes por tamaño.** Tamices vibratorios, tambores rotatorios y clasificadores neumáticos.
- c) **Separación por acción de fuerzas: magnéticas** (material férreo), aluminio, vidrio fino.
- a) **Separación de agua y/o secado.**

## TECNOLOGIAS DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES (Materia Orgánica) DE

- a) **Vía Biológica:**
  - a1) Conversión aerobia (compostaje),
  - a2) Digestión anaerobia (biogas)
  - a3) Otras transformaciones.
- b) **Vía térmica:**
  - b1) Combustión (incineración) Control de emisiones (atmósfera).
  - b2) Gasificación.
  - b3) Pirólisis
- c) **Otras vías**

# TECNOLOGIAS PARA LA GESTION DEL RIESGO

## TIPOS DE TECNOLOGIAS

- a) Físicas/Térmicas
- b) Químicas
- c) Biológicas
- d) Geológicas

## TECNOLOGIAS ESPECIFICAS.

- a) Estabilización  
/Solidificación
- b) Detoxificación
- c) Vertido Controlado

# CONTROL DE LA CONTAMINACION POR RESIDUOS PELIGROSOS

## A) RESIDUOS PELIGROSOS

1. Minimización (Planes de Minimización)
2. Reducción y Control de Toxicidad
3. Gestión ambiental controlada

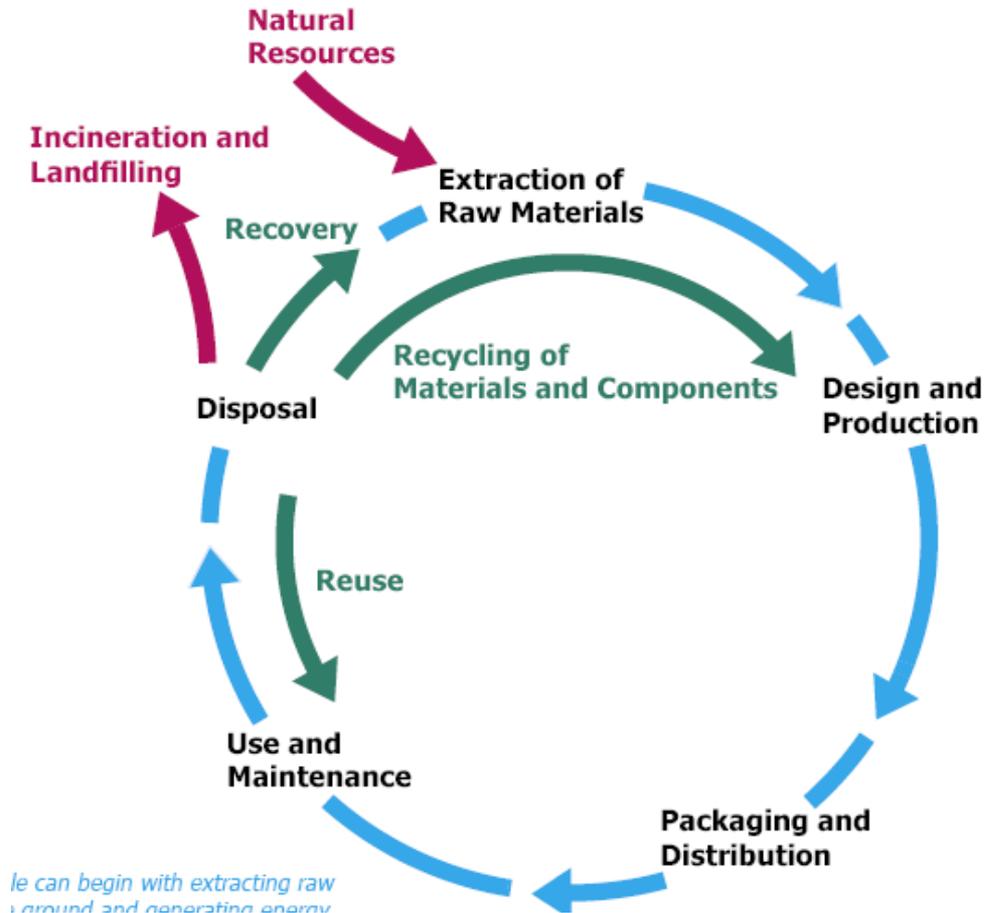
## B) RESIDUOS NO PELIGROSOS

1. Minimización de la generación de fracciones no integrables en el Medio Ambiente, reciclables o recuperables.
2. Implantación de Sistemas de Gestión Ambiental de Residuos específicos para la reutilización o reciclado (Vidrio, Papel, Envases, VFU, NFU, etc)
3. Documentos de Control y Seguimiento. Seguimiento controlado

## C) RESIDUOS INERTES

Integración en los ciclos productivos

## 3.3.4. La economía circular: la incineración, los vertederos



## Recuperación de residuos municipales/Incineración

### COMPOSTAJE.

Limitada por los usos, demanda del compost como enmienda orgánica o fertilizante.

### DIGESTION ANAROBIA

Degradación materia orgánica

60-80%

Degradación total de sólidos

(40-60%)

Velocidad de Carga

0,6-1,6 kgMO/m<sup>3</sup> dia

Producción de Biogas

0,5-0,75 m<sup>3</sup>/kg MO (60% metano, 40% CO<sub>2</sub>, impurezas)

### COMBUSTION (Incineración)

#### Base 1000 ton/día (1MM habitant)

- Energía de los residuos  
12000 KJ/Kg.....500MMJ/h

-Generación de vapor  
(70%) .....350 MMJ/h

-Energia Eléctrica  
(30%).....30715 KW  
(11395 KJ/KWh)

-Servicios (-6%), Pérdidas (-5%)  
Electricidad neta ...27338 KW ( 20%)

## VERTIDO CONTROLADO

### 1) PROYECTO DE VERTEDERO CONTROLADO

Condiciones previas de ubicación (RD 1481/2001)

- Espacio requerido
- Tipos de residuos admisibles
- Evaluación de la filtración
- Drenaje y control de filtración.
- Plan General de Operación.
- Plan de llenado.
- Equipamiento
- Evaluación de Impacto Ambiental y Autorización Ambiental Integrada.

**2) DISEÑO** Basicamente obra civil

**3) OPERACIÓN**

- Control de Gases. De la degradación a biogas de la materia orgánica (aprovechamiento)
- Control de Lixiviados. Recogida y Tratamiento (MO, SS, Nitrógeno)

## SELLADO INFERIOR Y RECOGIDA DE LIXIVIADOS.

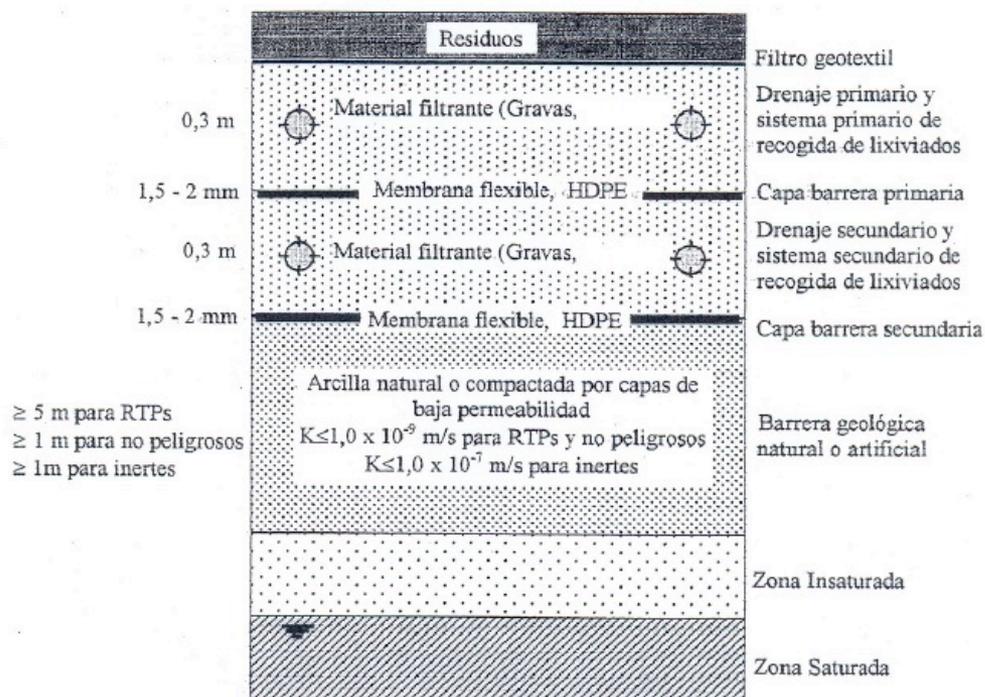
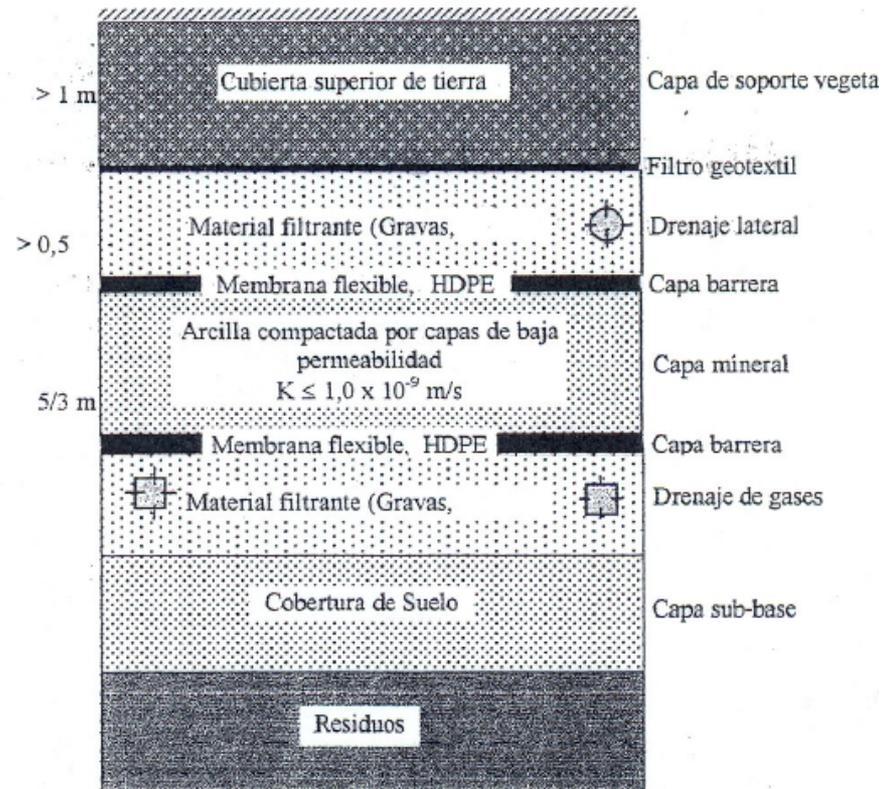


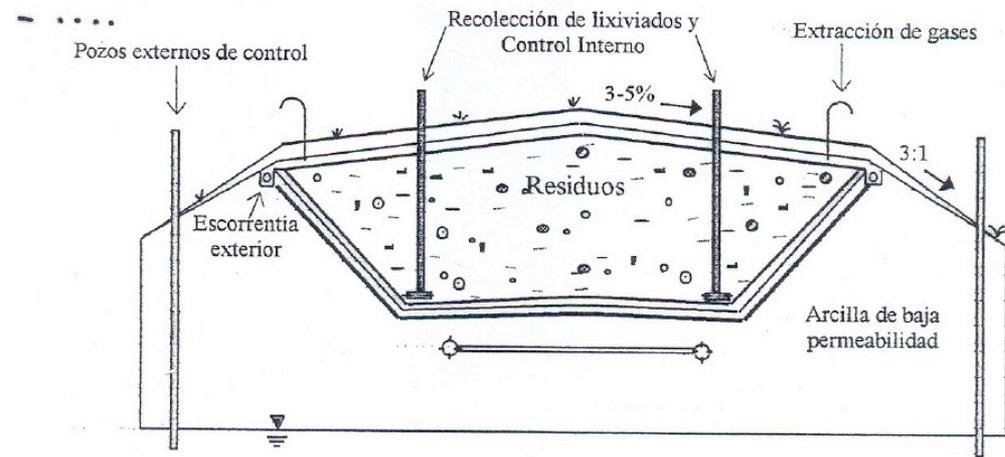
Figura 9.6.- Sistemas de sellado inferior y recogida de lixiviados de un depósito de seguridad

## SELLADO SUPERIOR Y DRENAJE



## CLAUSURA DE VERTEDERO

- Regulación: Directiva 31/1999/CE
- RD 1481/2001
- -LIXIVIADOS: Generación y Control
- -GASES: Generación y Control
- Control temporal y variables establecidas en las regulaciones.



## ACTIVIDADES

1. Identificar las principales consecuencias del Plan Nacional Integrado de Residuos (Individual)
2. Identificar las consecuencias principales del Plan de Residuos de Cantabria (Grupo)
3. Identificar el diagrama de flujo de una instalación centralizada de tratamiento de Residuos Municipales Individual. Como ejemplo se puede tomar la de Cantabria en Meruelo

### INSTALACIONES DE CLASIFICACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS DOMÉSTICOS

