



PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

**Programa de formación ESPECIALISTA EN ECONOMÍA CIRCULAR
DEL EMBALAJE PLÁSTICO: módulos**

- Ecodiseño y procesos de fabricación novedosos
- Nuevos materiales y biomateriales
- Compromiso ciudadano y del consumidor
- **Gestión y valorización de residuos**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Gestión y valorización de residuos

- Logística y Clasificación
- **Sistemas de reciclaje y modelos de negocio novedosos para la segunda vida de residuos**
- Aspectos económicos, ambientales y legislativos de los residuos plásticos



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Sistemas de Reciclaje y nuevos modelos de negocio para la segunda vida de los residuos

- Optimización del reciclaje de plásticos
- Reciclado mecánico de desechos de envases
- Productos plásticos secundarios. Ejemplos y tendencias del mercado
- **Rutas químicas para el reciclaje. Tecnologías de disolución, catalíticas y termoquímicas**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

- **Reciclaje Termoquímico**
- **Recuperación de Energía**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Reciclaje Termoquímico

Proceso	Condiciones de reacción	Productos
Gasificación	15-30 MPa, 800-1600°C	Gas de síntesis (CO y H ₂) energía final
Hidrogenación	20 MPa, 500°C	Crudo sintético, Betún
Pirólisis	400-900°C	Cera, petróleo, gas, energía
Reducción en un alto horno	2000°C	Arrabio, gas de horno



Reciclaje Termoquímico

Tecnologías interesantes para la alimentación de residuos plásticos que son difíciles de despolimerizar y actualmente no se reciclan (mecánicamente) sino que se incineran o se depositan en vertederos, como PE/PP/PS mixto, envases multicapa, composites reforzados con fibra...

Reciclaje Termoquímico

Gasificació

␣ Puede definirse como la oxidación parcial de hidrocarburos en presencia de niveles de oxígeno inferiores a los necesarios para una combustión estequiométrica completa.

Es un proceso industrial bien desarrollado para la gasificación de fracciones de carbón y petróleo pesado, que puede modificarse para su uso con desechos plásticos.

Producto principal: Gas de síntesis.

Hidrocarburos (residuos poliméricos) + O₂ + Calor → Gas de síntesis

Reciclaje Termoquímico

Gasificació

Gas de síntesis: CO y H₂, utilizado para la síntesis de metanol y gas natural.

Temperaturas 800°C-1600°C,
Presiones 15-30 MPa

Aire, oxígeno, vapor, gases de combustión, CO₂, H₂ Se puede utilizar como agente gasificante.

Gas de síntesis

CO + H₂

(syngas)

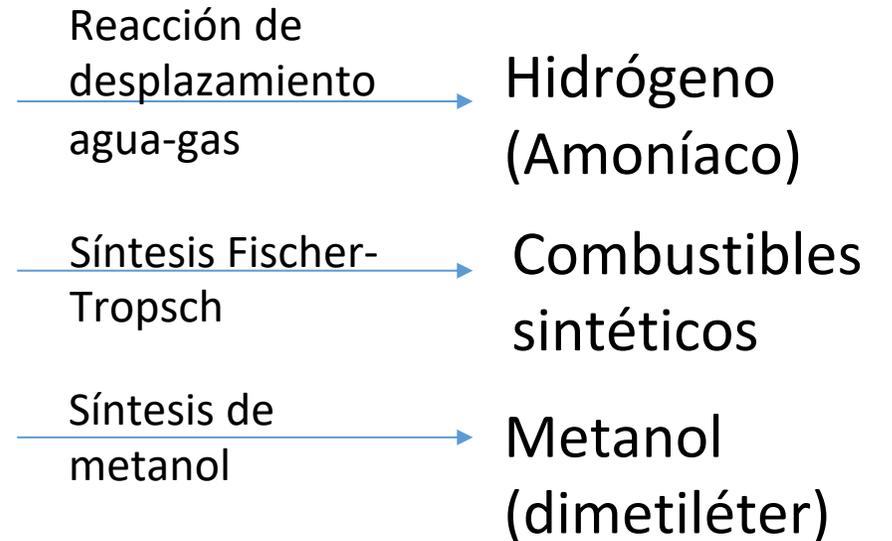


Figura 2- Usos de gas de síntesis

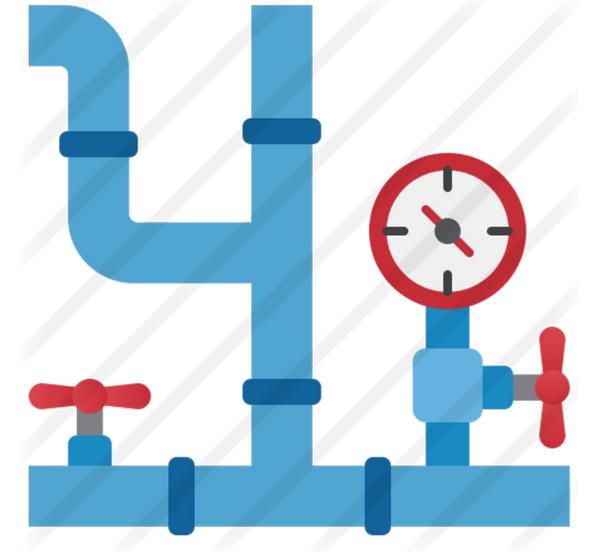
Reciclaje Químico

Gasificació

n

Hay dos tipos generales de tecnología de gasificación:

- Lecho fijo
- Lecho fluidificado.



Reciclaje Químico

Gasificació

Tecnología de lecho fluidificado

Si un gas se hace pasar hacia arriba a través de un lecho de sólidos con una velocidad lo suficientemente alta como para que las partículas se separen y se mantengan libremente en el fluido, se dice que el lecho está fluidificado.

Ventajas sobre el lecho fijo:

- Contacto más íntimo entre sólidos y gas.
- Altas tasas de transferencia de calor.
- Temperaturas uniformes dentro del lecho.

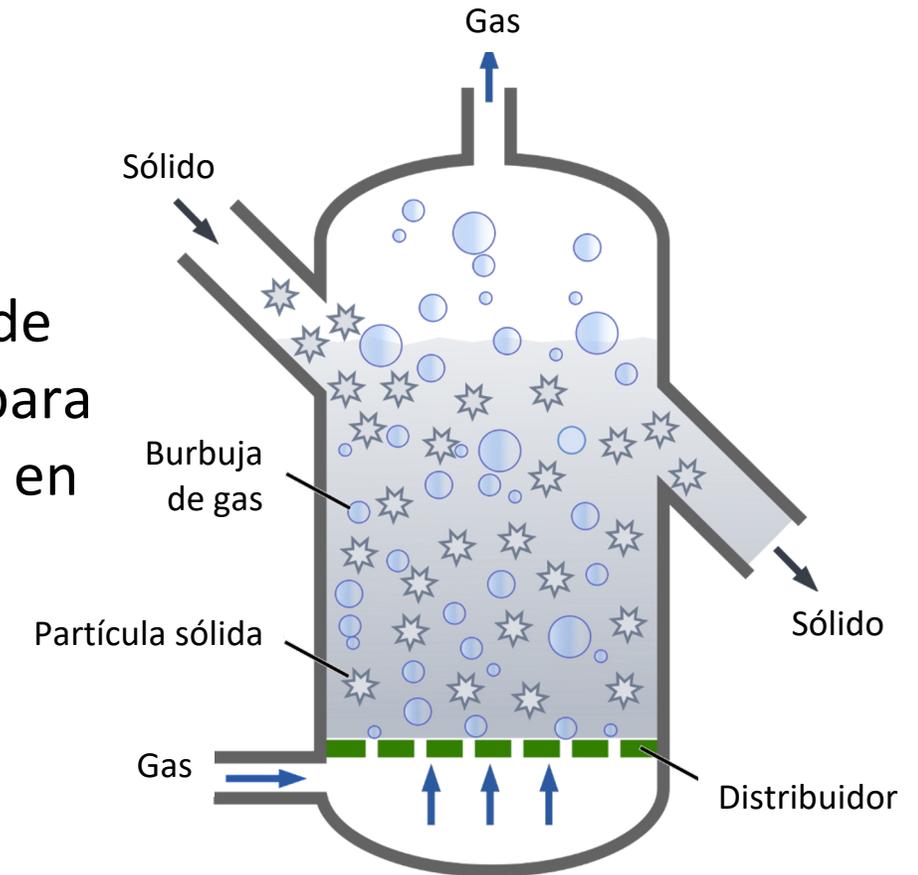


figura 3- Reactor de gasificación

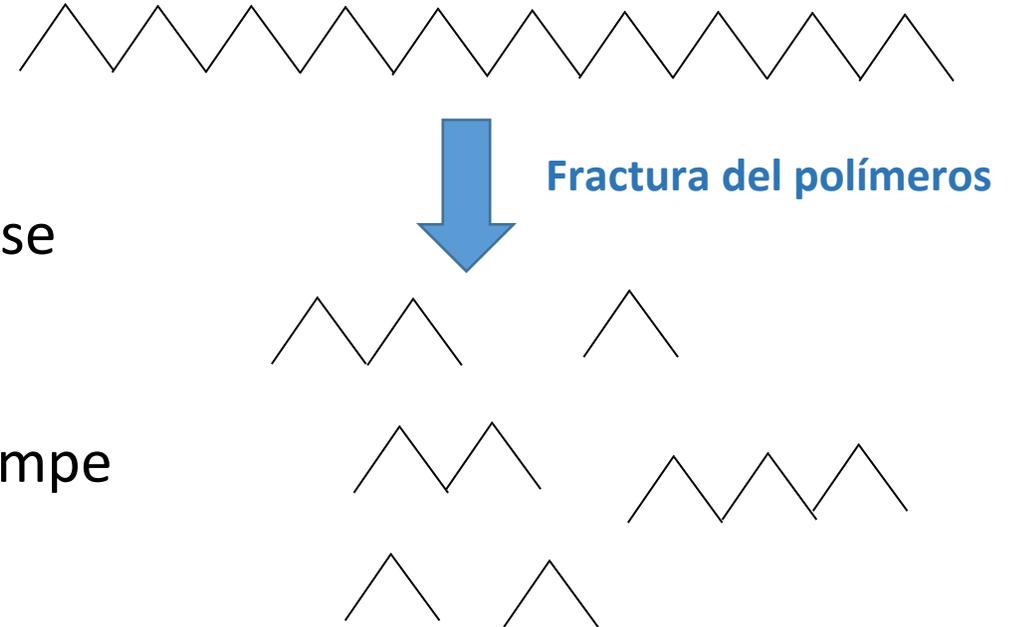
Gasificació

ⁿ *Tecnología de lecho fluidificado*

Las partículas de plástico se derriten rápidamente y se recubren sobre partículas de arena.

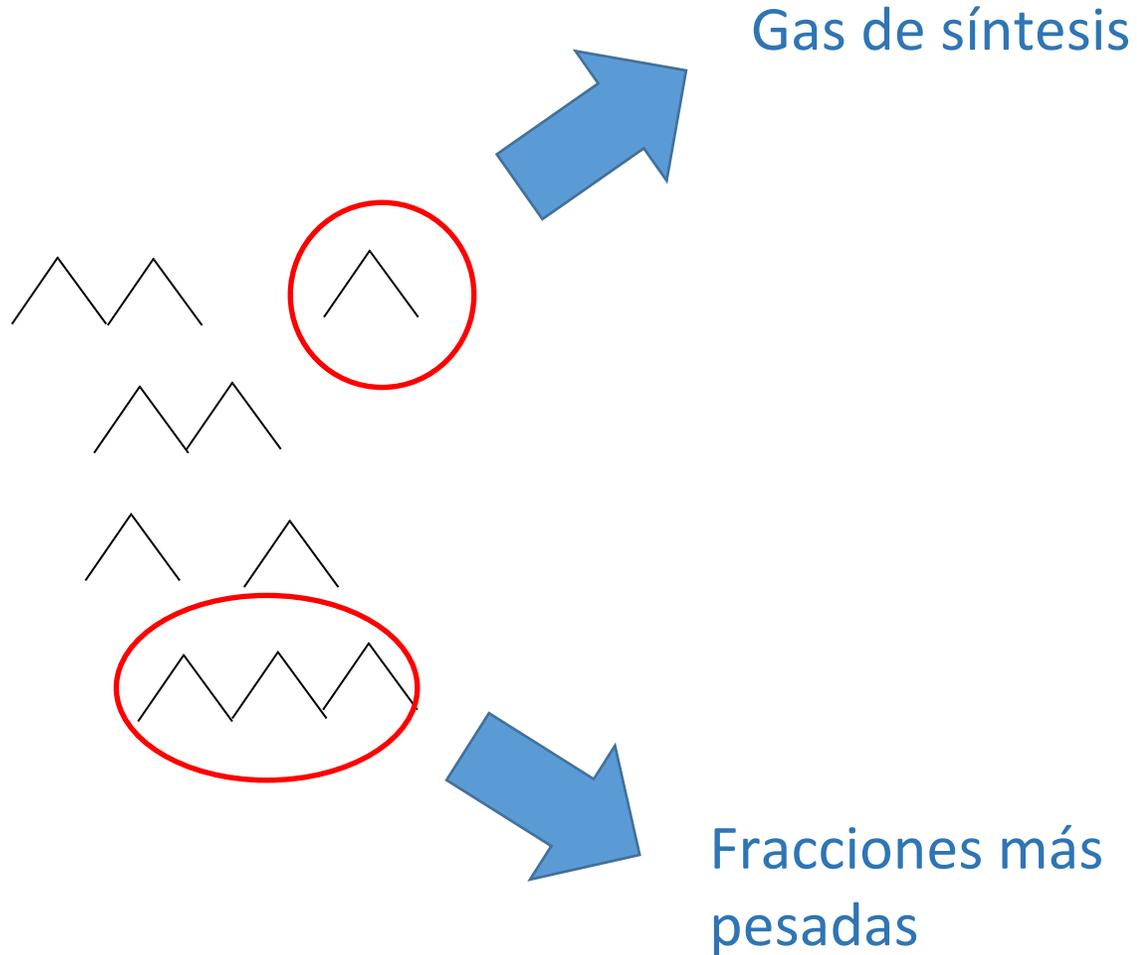
A las altas temperaturas del lecho, el polímero se rompe dando un material de menor peso molecular.

Los componentes de mayor volatilidad se transforman en gas de síntesis, dejando las fracciones más pesadas, metálicas y minerales que se recogen en el fondo.



Reciclaje Químico

Gasificación



Reciclaje Químico

Gasificació

Tecnología de lecho fluidificado

Por lo general, se recupera entre el 80 y el 90 % de la alimentación de residuos plásticos.

Si el PVC se gasifica, se puede generar HCl. Se puede eliminar de manera eficiente y económica introduciendo óxido de calcio en el lecho.

Esto también hace que el lecho fluidizado sea más atractivo que el lecho fijo, donde la limpieza del gas debe realizarse por separado.

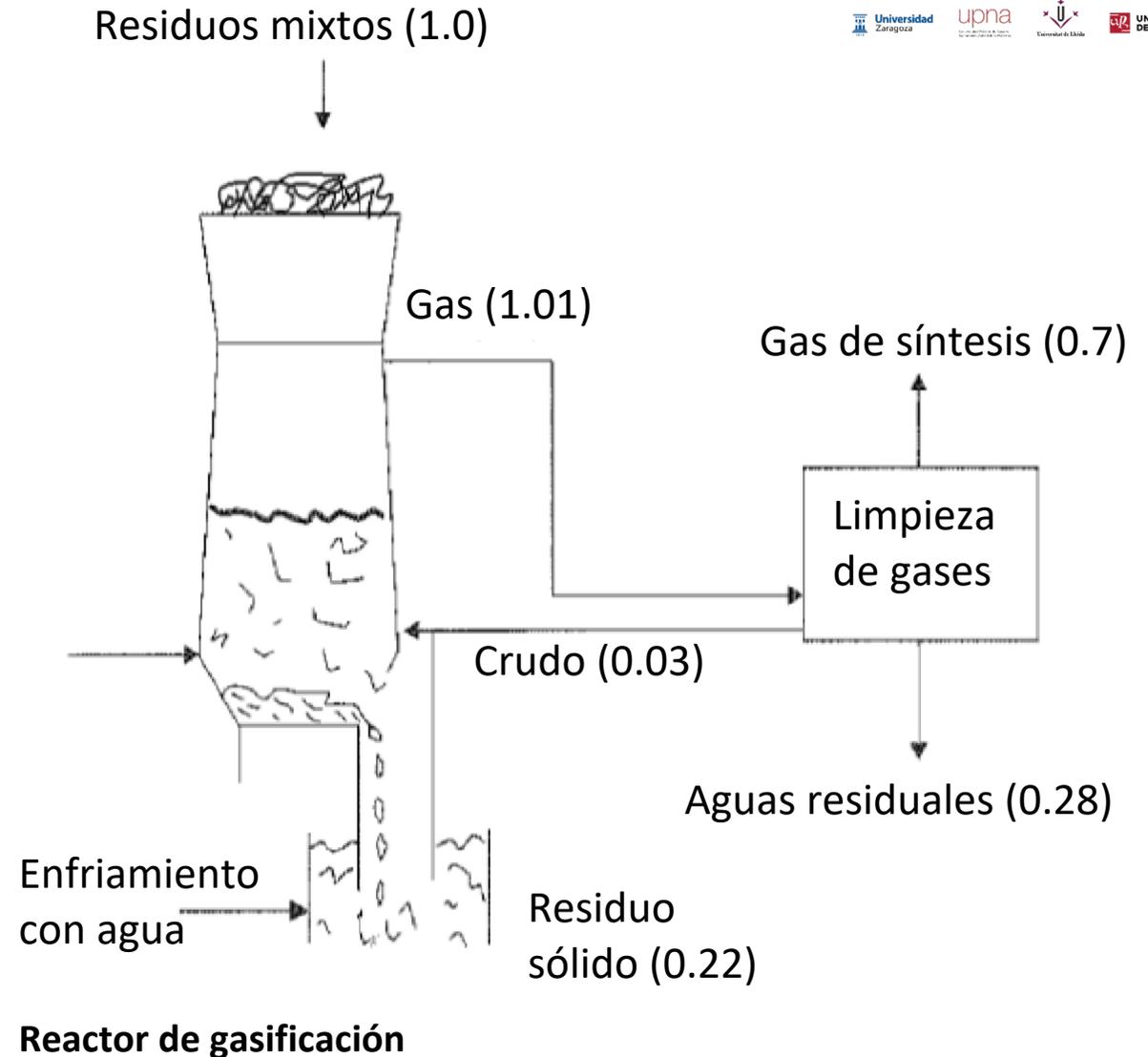
Reciclaje Químico

Gasificació

Tecnología de lecho fijo

Sistema Purox

- El oxígeno es el agente gasificante.
- Temperatura del reactor 1700°C
- Se generan gases de combustión: CO, CO₂, H₂ y vapor de agua.
- Los gases contienen el 80 % de la energía de los residuos plásticos, pero deben limpiarse.
- La limpieza y el oxígeno puro encarecen el sistema.



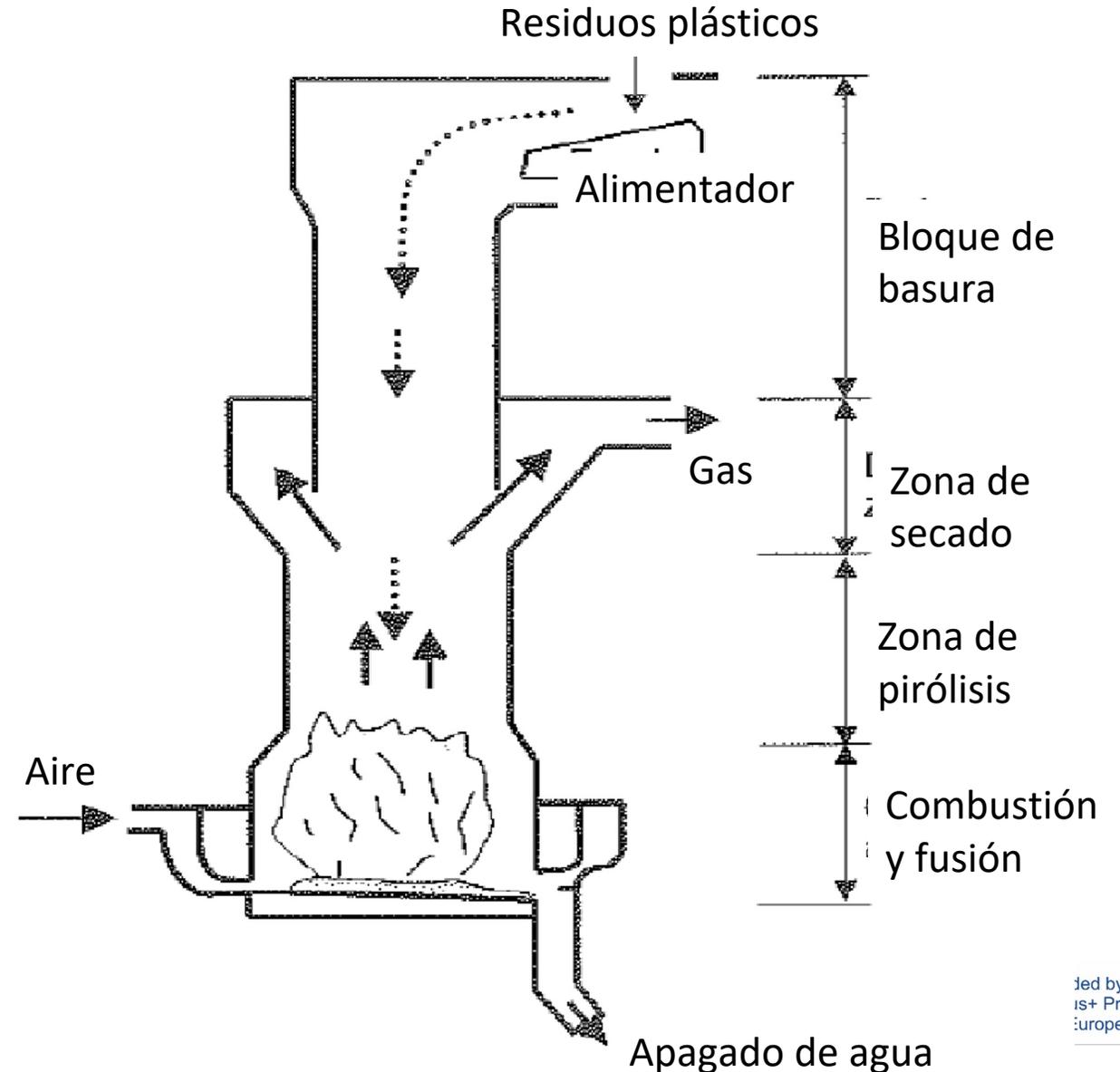
Reciclaje Químico

Gasificació

Tecnología de lecho fijo

Sistema Andco-Torrax

- El polímero de desecho se alimenta por la parte superior del reactor vertical.
 - El aire es el agente gasificante.
 - Los gases son limpios pero con menor poder calorífico.
- Temperatura de salida 400-500°C.
Los gases son ideales para producir agua caliente y vapor.



Gasificació

En resumen:

- El gas de síntesis es mejor que el gas de combustión como producción de gases.
- La gasificación tiene una serie de ventajas en comparación con otros procesos de reciclaje químico (bajo costo de capital y alto valor del producto), pero necesita procesos de pretratamiento para separar los residuos plásticos, lo que aumenta los costes de funcionamiento.



PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Programa de formación: módulos

- Ecodiseño y procesos de fabricación novedosos
- Nuevos materiales y biomateriales
- Compromiso ciudadano y del consumidor
- **Gestión y valorización de residuos**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Gestión y valorización de residuos

- Logística y Clasificación
- **Sistemas de reciclaje y modelos de negocio novedosos para la segunda vida de residuos**
- Aspectos económicos, ambientales y legislativos de los residuos plásticos



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Sistemas de Reciclaje y nuevos modelos de negocio para la segunda vida de los residuos

- Optimización del reciclaje de plásticos
- Reciclado mecánico de desechos de envases
- Productos plásticos secundarios. Ejemplos y tendencias del mercado
- **Rutas químicas para el reciclaje. Tecnologías de disolución, catalíticas y termoquímicas**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

- **Reciclaje Termoquímico**
- **Recuperación de Energía**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



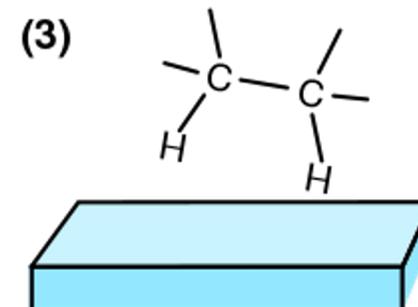
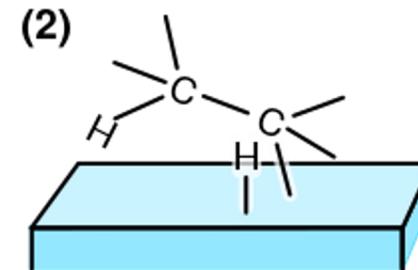
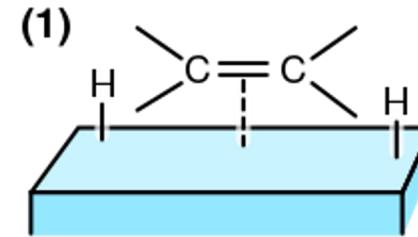
Reciclaje Termoquímico

Proceso	Condiciones de reacción	Productos
Gasificación	15-30 MPa, 800-1600°C	Gas de síntesis (CO y H ₂) energía final
Hidrogenación	20 MPa, 500°C	Crudo sintético, Betún
Pirólisis	400-900°C	Cera, petróleo, gas, energía
Reducción en un alto horno	2000°C	Arrabio, gas de horno



Hidrogenación

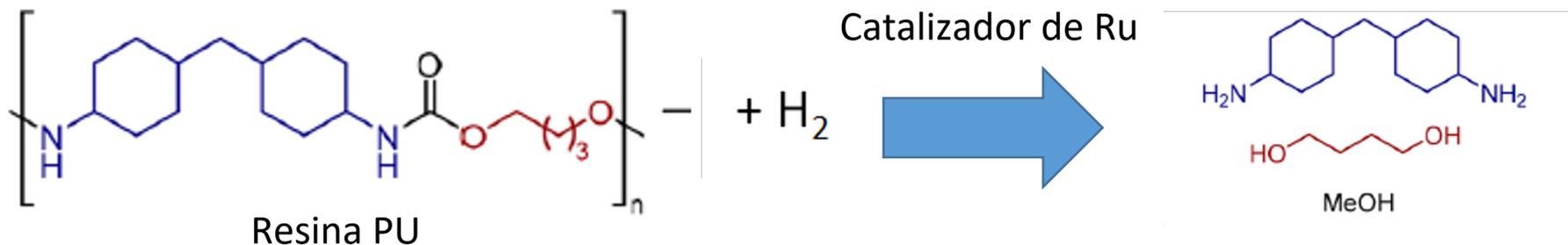
La hidrogenación es una reacción química entre el hidrógeno molecular (H_2) y otro compuesto o elemento, normalmente en presencia de un catalizador como el níquel.



Residuos poliméricos + Hidrógeno + Calor + Catalizador → Crudo sintético

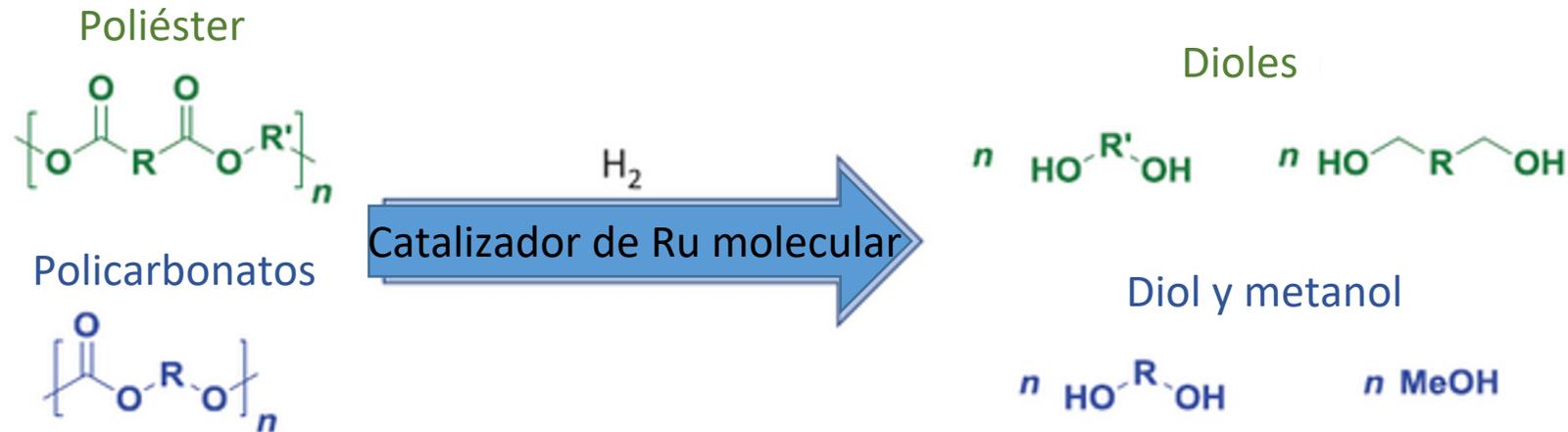
Ejemplos de investigación científica de hidrogenación de residuos de polímeros (PU)

Hidrogenación de poliuretano:



Reciclaje Químico

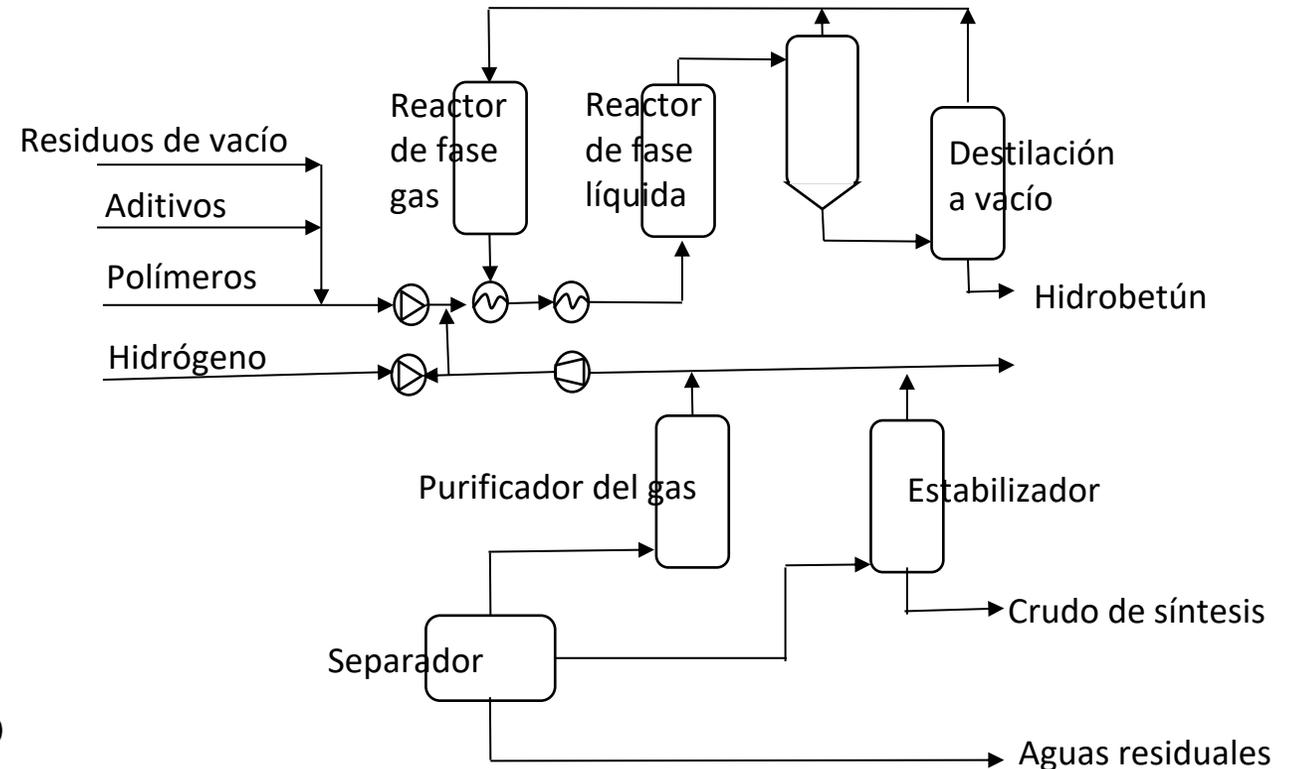
Ejemplos de investigación científica de hidrogenación de polímeros de desecho (poliester y policarbonato)



Hidrogenación

Proceso Bottrop

- La despolimerización ocurre a 420°C
- El proceso de hidrocraqueo se lleva a cabo en un reactor de columna de burbujeo en hidrógeno a 480 °C y 20 MPa.
- Los principales productos gaseosos son los hidrocarburos y el amoníaco.
- Los productos sólidos son betún y crudo sintético.
- El proceso es sensible a la presencia de heteroátomos (por ejemplo, S, Cl, N,...) en el polímero.



Reciclaje Termoquímico

Proceso	Condiciones de reacción	Productos
Gasificación	15-30 MPa, 800-1600°C	Gas de síntesis (CO y H ₂) energía final
Hidrogenación	20 MPa, 500°C	Crudo sintético, Betún
Pirólisis	400-900°C	Cera, petróleo, gas, energía
Reducción en un alto horno	2000°C	Arrabio, gas de horno

Reciclaje Químico

Reducción en Alto Horno

El mineral de hierro se reduce en un alto horno utilizando agentes reductores como el carbono, el monóxido de carbono o el hidrógeno. Los residuos de polímeros se pueden utilizar como sustituto del petróleo pesado.

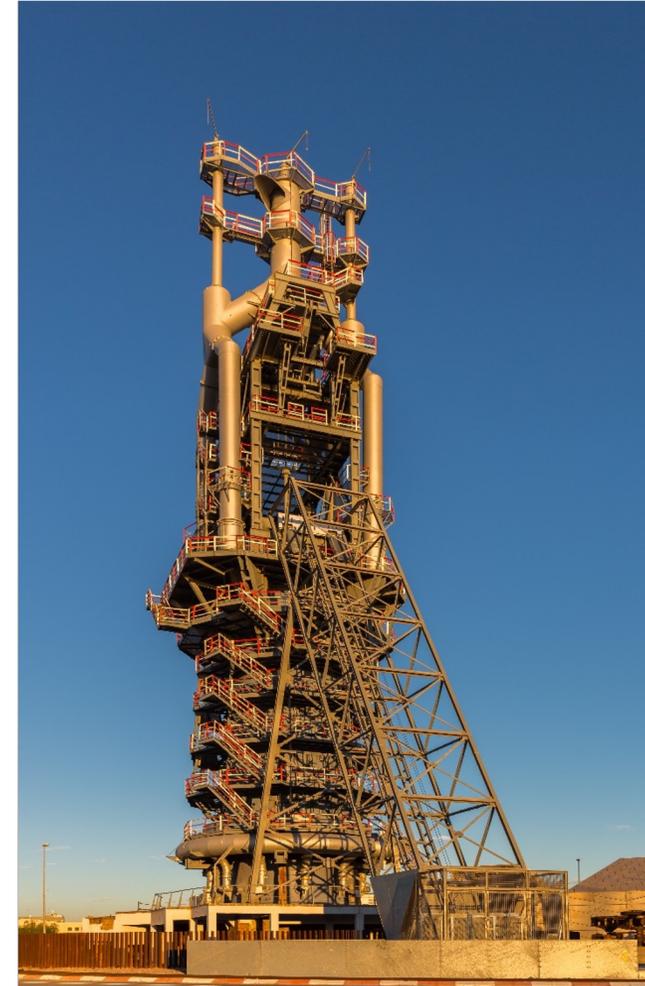
El material polimérico se sopla en el fondo del alto horno a una temperatura de 2000 °C.

Reciclaje Químico

Reducción de Alto Horno

El material polimerico se piroliza para formar gases reductores y, al mismo tiempo, proporciona una fuente de calor.

El polímero sustituye al petróleo pesado como fuente de energía y casi el 80 % de los gases generados se utilizan a través de un largo lecho móvil de alto horno.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Programa de formación: módulos

- Ecodiseño y procesos de fabricación novedosos
- Nuevos materiales y biomateriales
- Compromiso ciudadano y del consumidor
- **Gestión y valorización de residuos**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Gestión y valorización de residuos

- Logística y Clasificación
- **Sistemas de reciclaje y modelos de negocio novedosos para la segunda vida de residuos**
- Aspectos económicos, ambientales y legislativos de los residuos plásticos



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Sistemas de Reciclaje y nuevos modelos de negocio para la segunda vida de los residuos

- Optimización del reciclaje de plásticos
- Reciclado mecánico de desechos de envases
- Productos plásticos secundarios. Ejemplos y tendencias del mercado
- **Rutas químicas para el reciclaje. Tecnologías de disolución, catalíticas y termoquímicas**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

- **Reciclaje Termoquímico**
- **Recuperación de Energía**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Reciclaje Termoquímico

Proceso	Condiciones de reacción	Productos
Gasificación	15-30 MPa, 800-1600°C	Gas de síntesis (CO y H ₂) energía final
Hidrogenación	20 MPa, 500°C	Crudo sintético, Betún
Pirólisis	400-900°C	Cera, petróleo, gas, energía
Reducción en un alto horno	2000°C	Arrabio, gas de horno



Pirólisis

Es la descomposición térmica a temperaturas de 350-700°C en ausencia de oxígeno y otros agentes gasificantes.

Los polímeros se descomponen en sus monómeros, oligómeros y otras sustancias orgánicas que pueden recolectarse por separado y usarse como materia prima para la generación de energía.

Los altos contenidos de PVC limitan la aplicación

Residuos poliméricos+ Calor \rightarrow hidrocarburos líquidos + gaseosos + sólidos

Reciclaje Químico

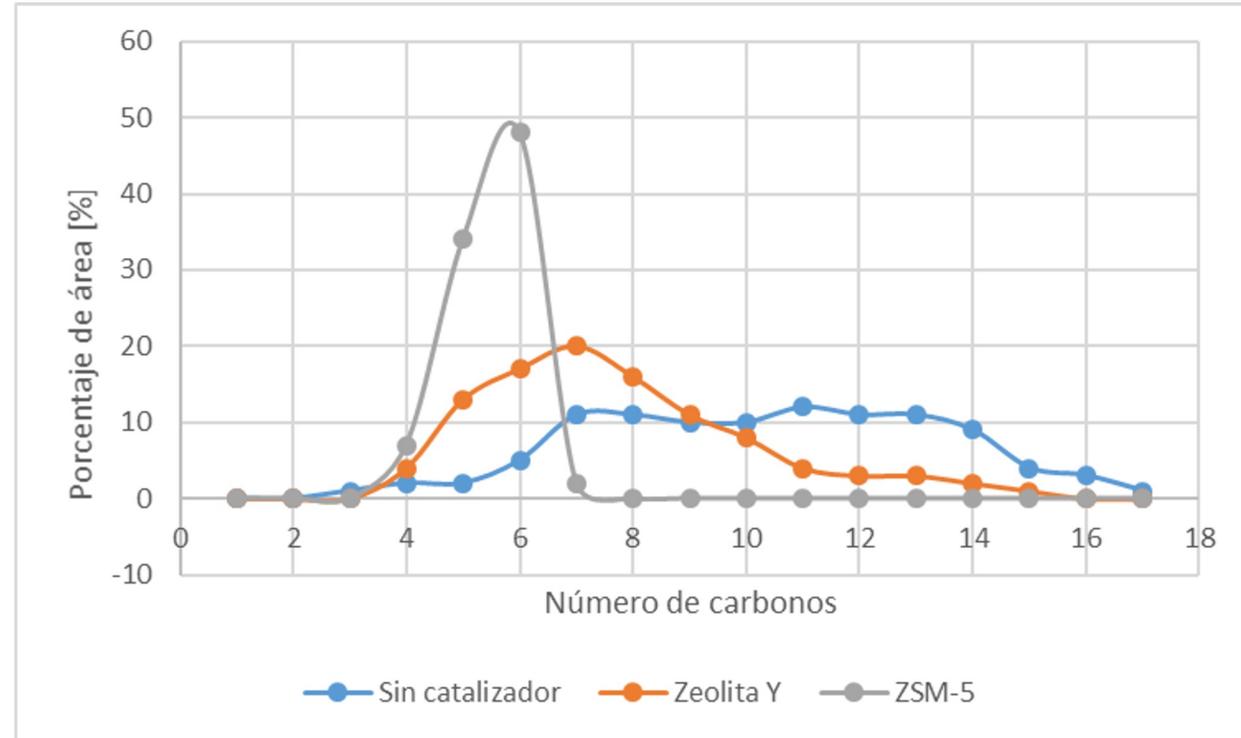
Pirólisis

Se divide en dos tipos principales:

- Térmica (sin presencia de catalizador): produce líquidos de bajo octanaje y gases que requieren ser mejorados para ser utilizados como combustible.
- Pirólisis catalítica: reduce la temperatura y aumenta el valor de los productos líquidos y gaseosos.

Pirólisis

- El espectro del producto se estrecha con la catálisis.
- Se reducen las temperaturas (300-350°C)
- Principales inconvenientes: contaminación del catalizador



Distribución de productos de los productos líquidos de la pirólisis.

Pirólisis

Reacciones que tienen lugar en el reactor de pirólisis:

- Descomposiciones en monómeros
- Fragmentación de las cadenas principales en componentes orgánicos
- Descomposición y fragmentación simultáneas en monómeros/oligómeros
- Eliminación de componentes orgánicos simples
- Eliminación de cadenas laterales, produciendo estructuras poliméricas complejas y reticuladas.

Pirólisis

Plastics Energy

<https://plasticenergy.com/>

Plastic Energy Co. tiene una tecnología anaeróbica de conversión térmica patentada destinada a convertir RSP en materia prima para la producción de plásticos o combustibles alternativos bajos en carbono. La empresa cuenta con dos plantas de reciclaje en Sevilla y Almería (España) que han estado en funcionamiento desde 2014 y 2017, respectivamente. Por cada tonelada de RSP al final de su vida que es procesado, se producen 850 litros de aceite de pirólisis química (TACOIL). La empresa pretende procesar 200.000 toneladas de plástico para 2020.

Enval Ltd. se centra en la pirólisis inducida por microondas para procesar laminados de plástico y aluminio. El reciclaje de aluminio a través del proceso Enval consigue un ahorro de energía de hasta un 75%. Con una pureza superior al 98% y un rendimiento de metal mínimo del 80%, se puede reintroducirlo directamente en el proceso de refundido.

Una planta Enval típica produce 200–400 toneladas de aluminio al año. El crudo pirolítico generado se pueden utilizar como materia prima química o para generar energía. El proceso Enval puede controlarse para ajustar el rendimiento de los gases y crudo según los requisitos del operador. Las plantas Enval pueden operar a una tasa de alimentación de hasta 350 kg/h, lo que equivale a una capacidad nominal de 2000 toneladas/año

Pirólisis

grupo ETIA

<https://etia-group.com/operaciones-para-procesamiento-térmico/pirolisis/>

ETIA Ecotechnologies ha desarrollado un innovador proceso de pirólisis patentado Biogreen® que está operando desde 2003.

Pirólisis

Recycling Technologies

<https://recyclingtechnologies.co.uk/>

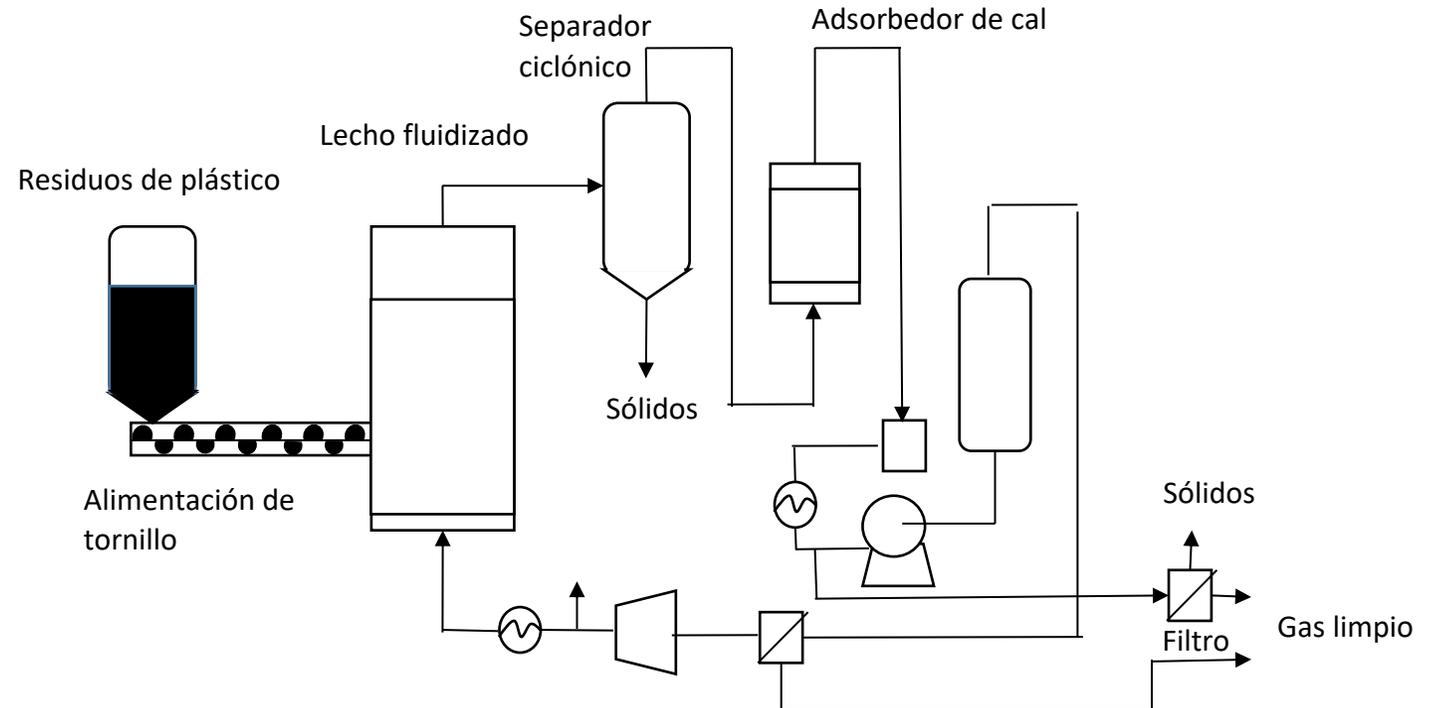
Recycling Technologies ha desarrollado una metodología de proceso para el reciclaje de plástico mediante la conversión de desechos plásticos a combustible y su capacidad alcanza hasta 9000 toneladas/año.

También han comercializado cuatro aceites especiales ultra-bajos en azufre (alcanzando menos del 0,1% de contenido de azufre) derivados de plásticos reciclados, llamados Plaxx—que se puede utilizar como sustitutos de combustible o materias primas para producir plásticos o cera.

Pirólisis

Proceso de pirólisis de BP Chemicals

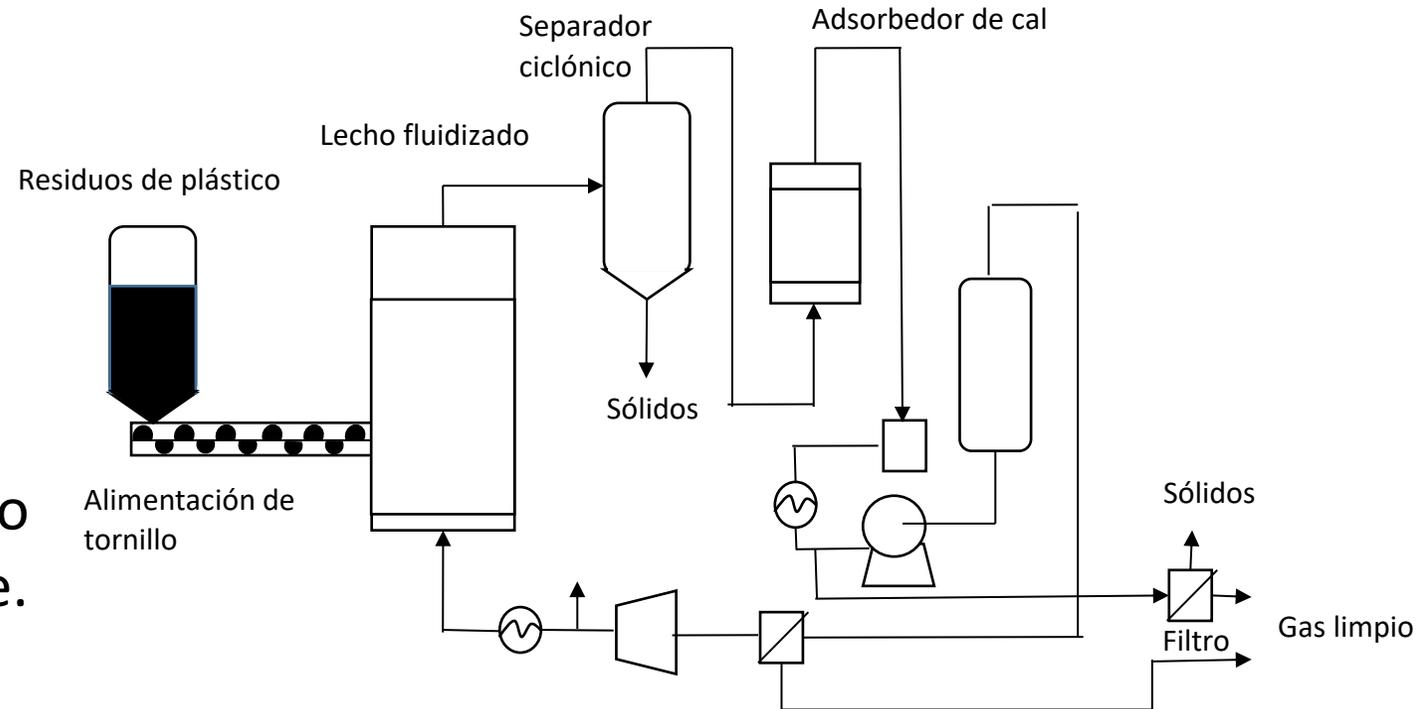
- Reactor de lecho fluidificado que opera a 500°C en ausencia de oxígeno.
- Se producen hidrocarburos que salen del lecho con el gas fluidizante.



Pirólisis

Proceso de pirólisis de BP Chemicals

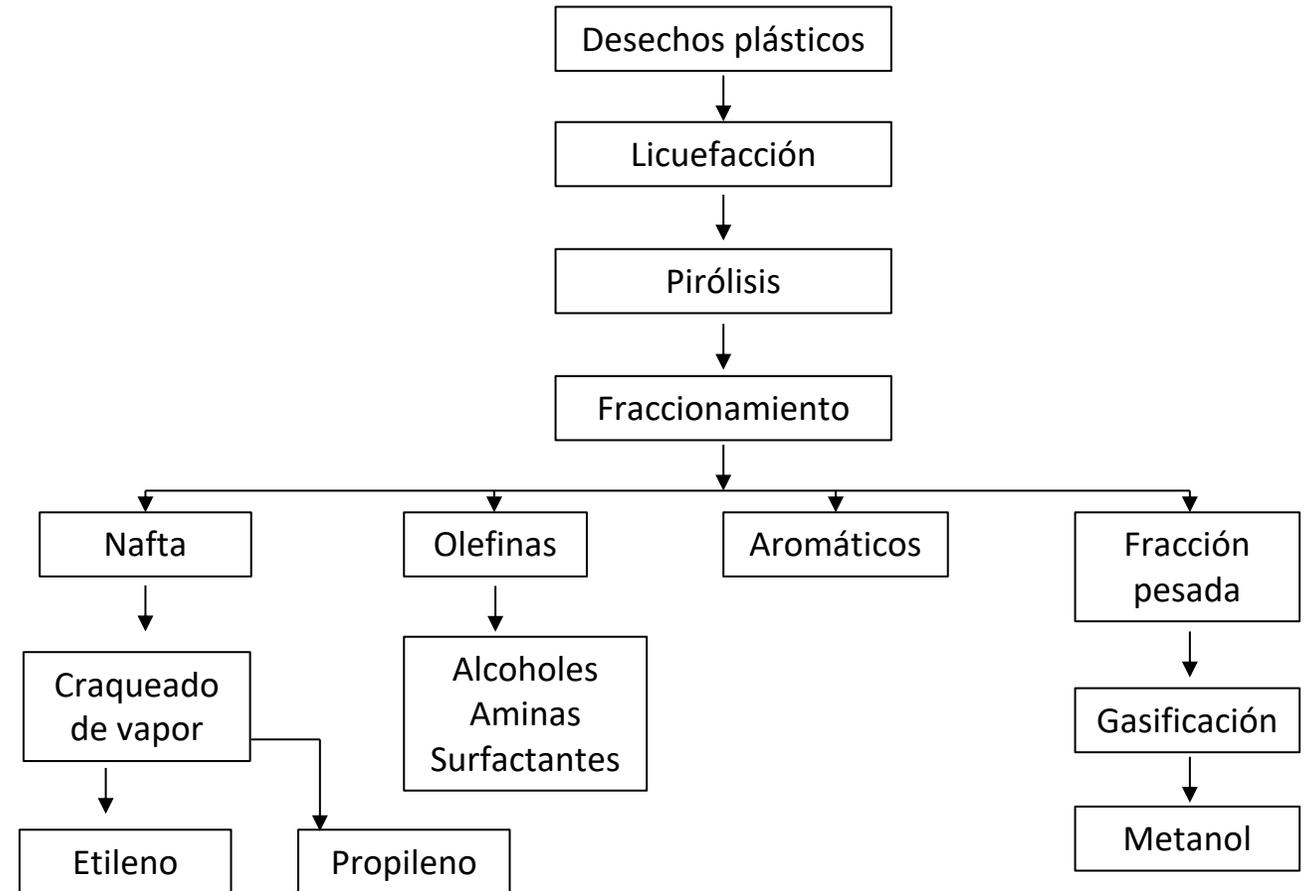
- El gas purificado se enfría para condensar los hidrocarburos más pesados que pueden usarse para producir gas licuado de petróleo (GLP) y gasolina.
- Los hidrocarburos más ligeros restantes se pueden reutilizar como gas fluidizante o como combustible.



Pirólisis

Proceso termólítico de BASF

- 15000 toneladas/año de polímero plástico puede ser procesadas
- El primer paso es la licuefacción a 300-350°C en una cascada de reactores de tanque agitado.
- La pirólisis se lleva a cabo en un reactor tubular a 400-450°C, seguida de un fraccionamiento por enfriamiento en dos etapas, primero a 330-380°C y luego a 110°C.

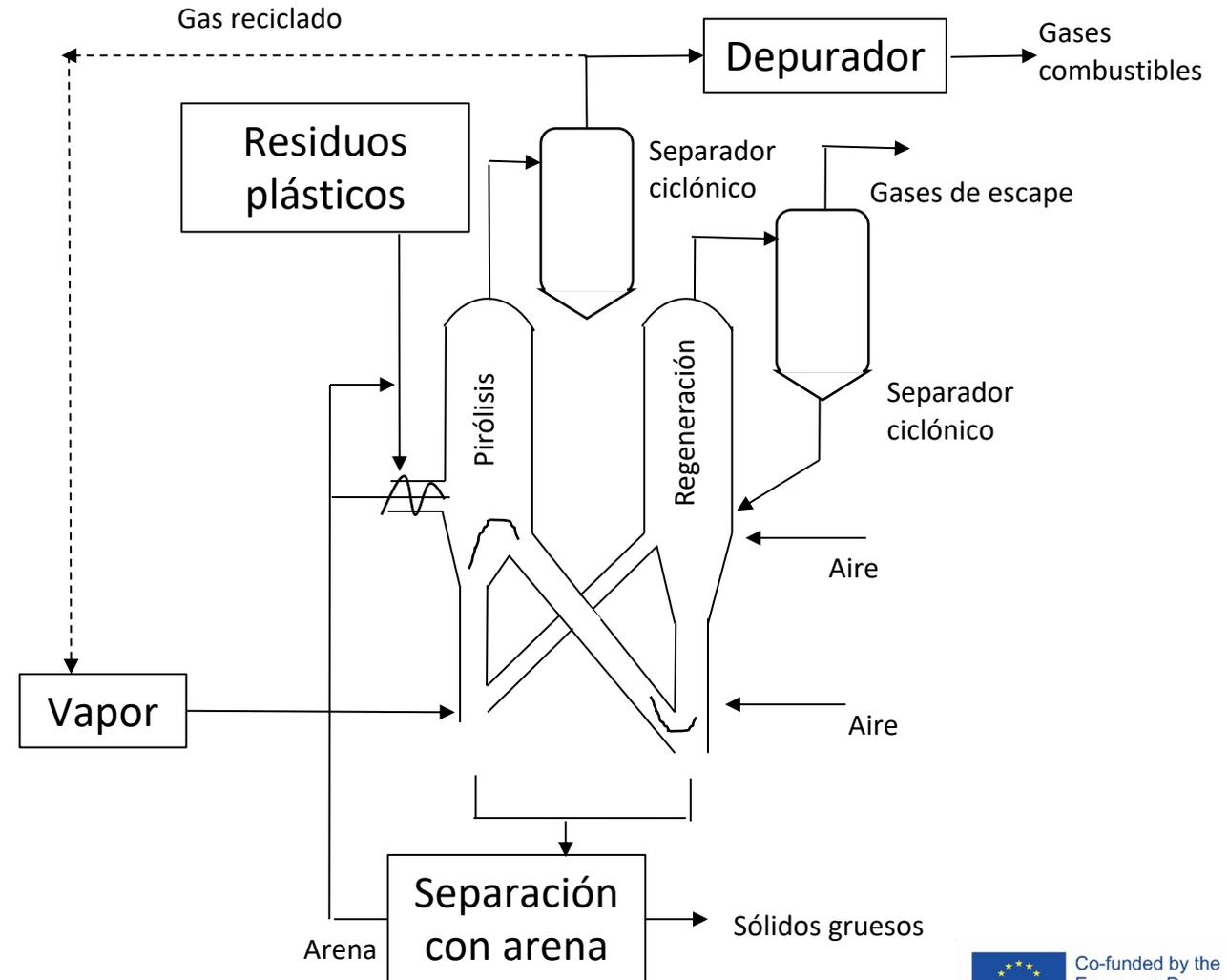


<https://www.basf.com/global/en/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy/mass-balance-approach/chemcycling.html>

Pirólisis

Sistema pirolítico de lecho fluidizado circulante

- Produce una mezcla de CO, CO₂, H₂, y vapor de agua.
- Se utilizan dos lechos fluidizados circulantes con arena como medio de fluidificación y transferencia de calor.

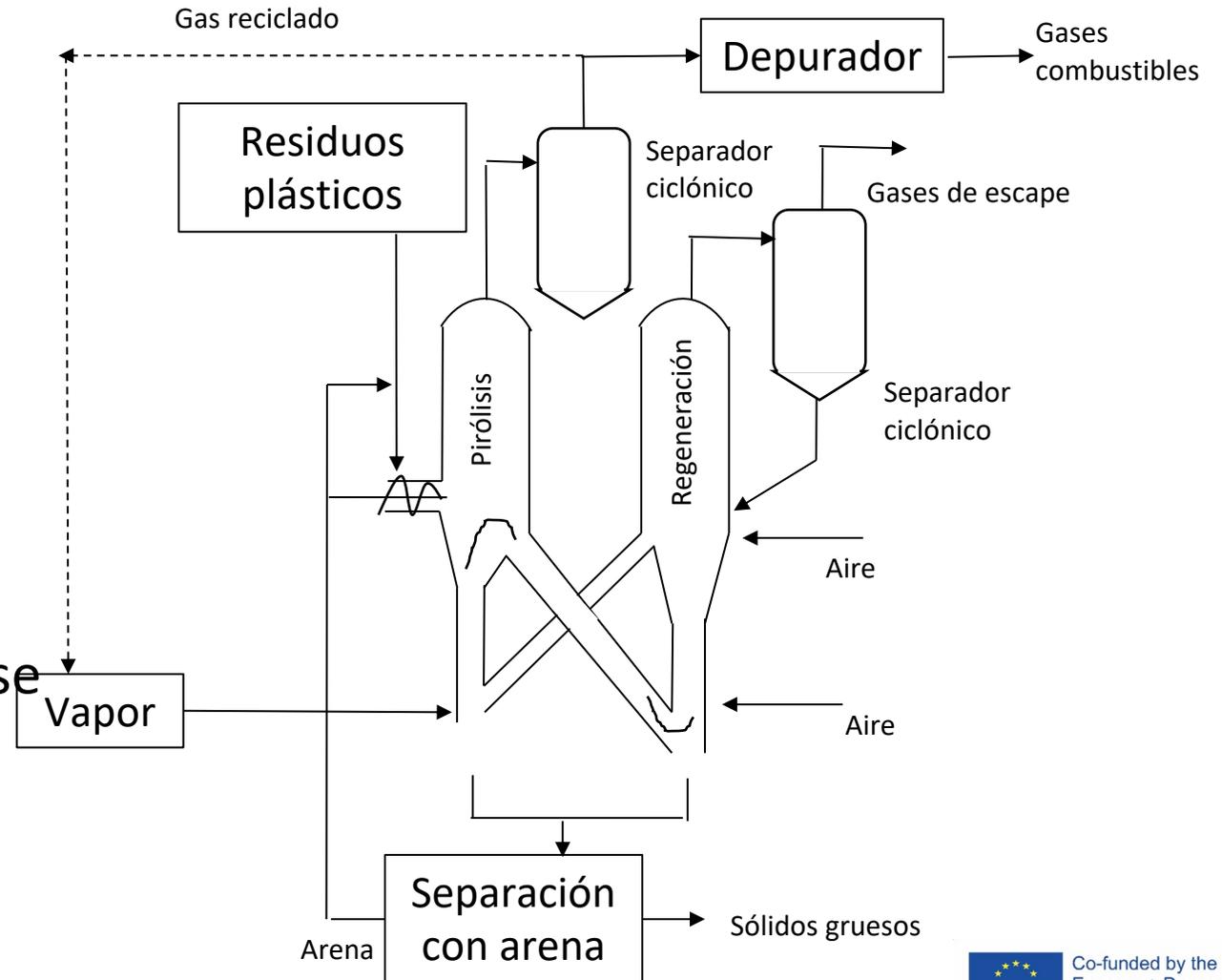


Reciclaje Químico

Pirólisis

Sistema pirolítico de lecho fluidizado circulante

- Se utiliza un lecho para pirólisis a temperaturas entre 800-850°C, y otro para regeneración a 950°C
- El vapor se utiliza como agente fluidificante en el reactor de pirólisis.
- Los sólidos separados de los gases se utilizan para generar vapor y algunos se queman en el lecho de regeneración para generar calor.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Programa de formación: módulos

- Ecodiseño y procesos de fabricación novedosos
- Nuevos materiales y biomateriales
- Compromiso ciudadano y del consumidor
- **Gestión y valorización de residuos**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Gestión y valorización de residuos

- Logística y Clasificación
- **Sistemas de reciclaje y modelos de negocio novedosos para la segunda vida de residuos**
- Aspectos económicos, ambientales y legislativos de los residuos plásticos



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

Sistemas de Reciclaje y nuevos modelos de negocio para la segunda vida de los residuos

- Optimización del reciclaje de plásticos
- Reciclado mecánico de desechos de envases
- Productos plásticos secundarios. Ejemplos y tendencias del mercado
- **Rutas químicas para el reciclaje. Tecnologías de disolución, catalíticas y termoquímicas**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking **Academy** to **Industry**.

- Reciclaje Termoquímico
- **Recuperación de Energía**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



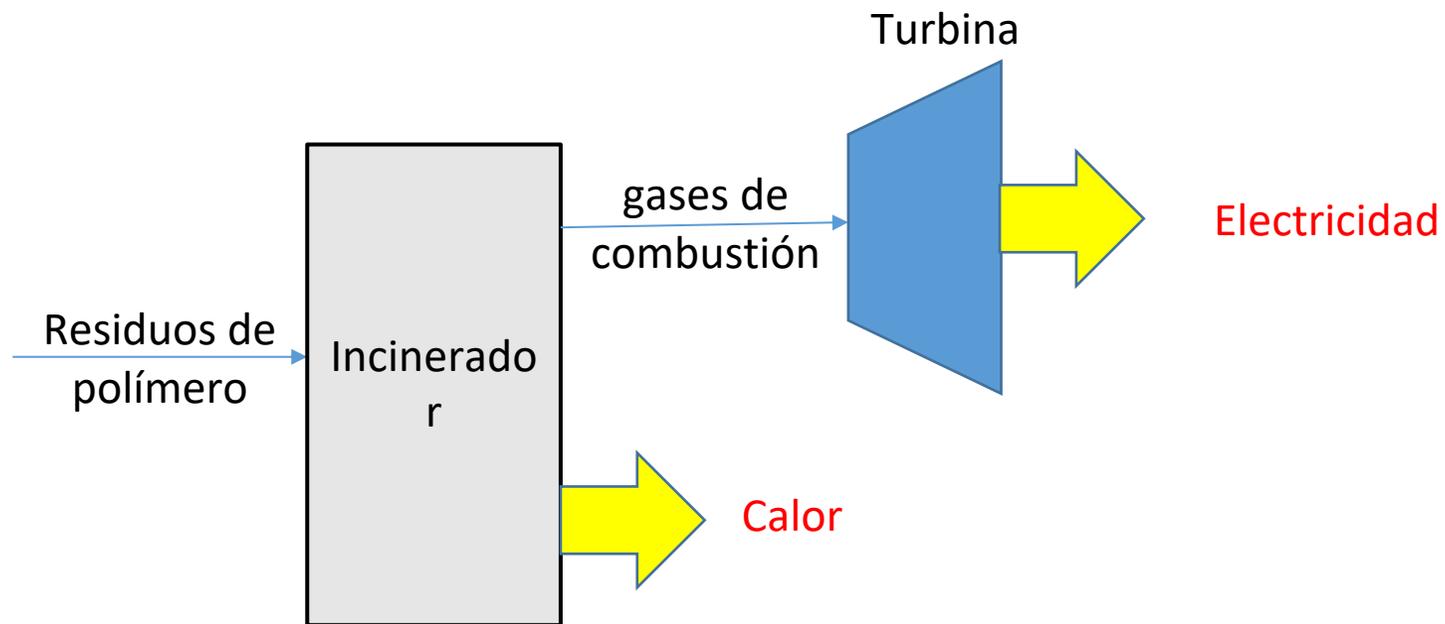
Recuperación de energía

Si no es posible el reciclaje mecánico o químico, entonces se puede recuperar energía de los residuos plásticos, ya que tienen un alto poder calorífico.

La recuperación de energía podría tener lugar:

- Quema en un incinerador de residuos municipales con plásticos junto con otros materiales de desecho
- Se quemaran co-combustión o mono-combustión con plásticos y otro combustible para generar calor.

Recuperación de energía



Recuperación de energía

Los principales tipos de incineradores actualmente en uso se pueden categorizar como:

- Fogonero mecánico
- Horno rotatorio
- Lecho fluidizado

Recuperación de energía

Incinerador de fogonero mecánico

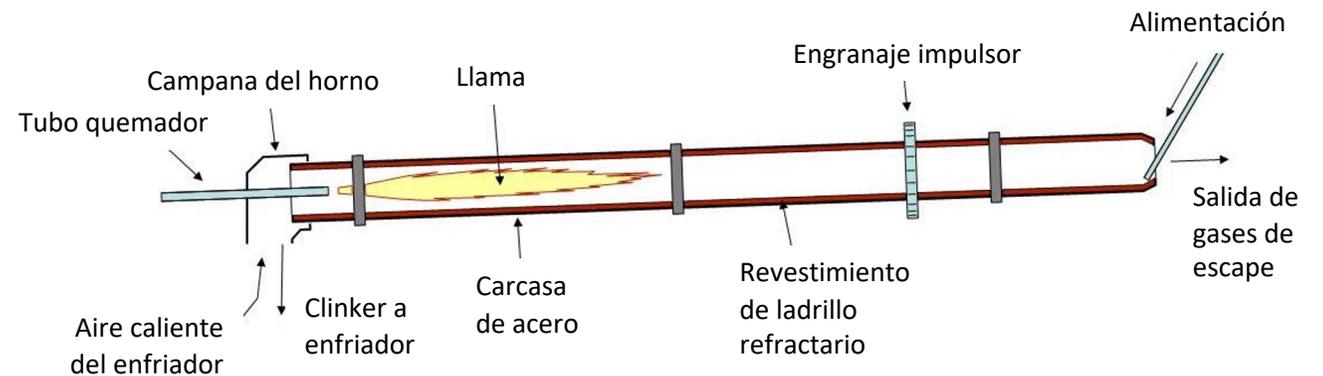
- Este es el principal tipo de incinerador de residuos sólidos urbanos.
- Los residuos se introducen en la zona de combustión mediante las compuertas de funcionamiento o mediante un simple tornillo de alimentación.
- El calor se recupera utilizando una caldera de calor de escape o como energía eléctrica utilizando turbinas de vapor.



Recuperación de energía

Incinerador de horno rotatorio

- Similar al fogonero mecánico, excepto que la combustión se produce en un cilindro giratorio inclinado.
- Los residuos plásticos se introducen en el horno a $T > 1000^{\circ}\text{C}$
- Material no quemado $\approx 3\%$
- Tecnología costosa sólo aplicada en la industria del cemento

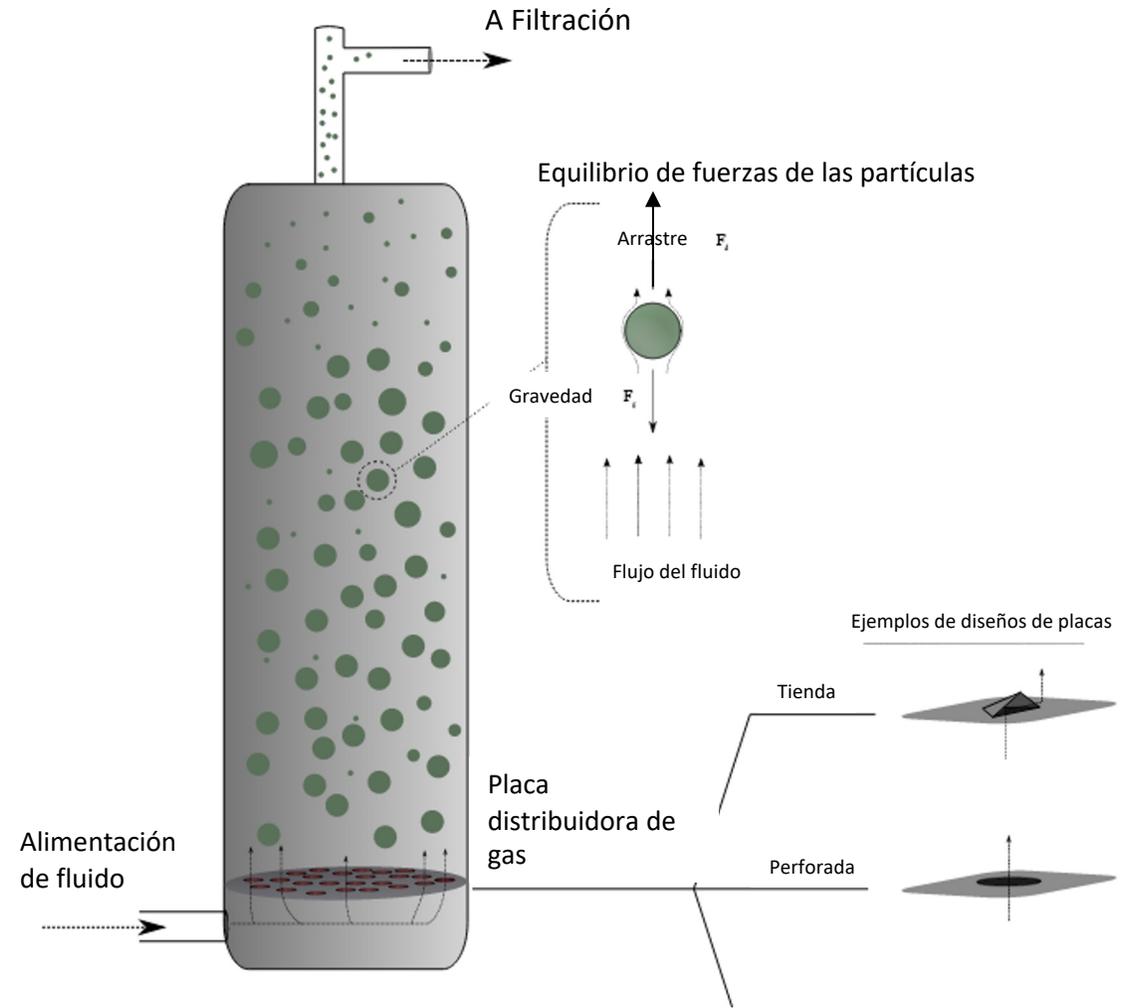


Recuperación

de energía

Incineradores de lecho fluidizado

- Incineradores modernos
- Simplicidad de funcionamiento. No hay problemas asociados con las fracciones residuales no quemadas de los desechos.
- También se utiliza para RSU y caucho y llantas.
- Se usa arena en el reactor fluidizado.
- Ventajas de este reactor:
 - La combustión es fácil de controlar.
 - El tratamiento de los gases de escape no es complicado.
 - Reducción de alto volumen de residuos



Recuperación

de energía

Incineradores de lecho fluidizado

- La energía se recupera en forma de agua caliente, vapor o electricidad. La electricidad es económica para plantas más grandes.
- Amplios rangos de temperatura y presión. T 370-540°C, presión 2.5-10 MPa
- Temperaturas más bajas suponen una menor eficiencia térmica pero evitan la corrosión por cloro.

Emisiones del incinerador

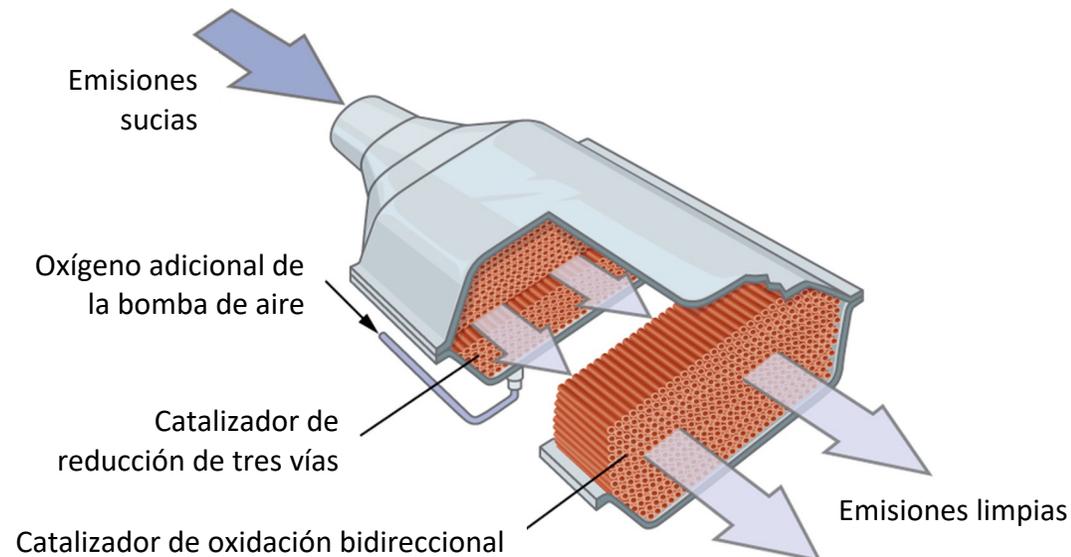
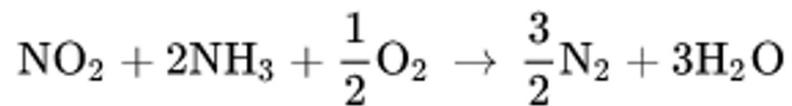
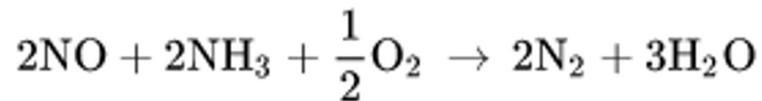
CO, HCl, SO₂, NO_x, partículas, metales pesados, dioxinas y furanos son emisiones habituales

Recuperación de energía- Emisiones de incineración

NO_x se puede reducir con un sistema de control para el suministro de aire y con reducción catalítica selectiva.

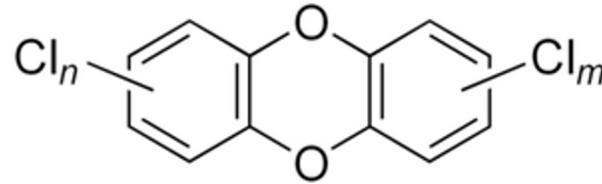
Reducción catalítica selectiva de **NO_x**:

La reacción de **reducción de NO_x** tiene lugar cuando los gases pasan a través de la cámara del catalizador. Antes de ingresar a la cámara del catalizador, se inyecta amoníaco u otro reductor (como la urea) y se mezcla con los gases.

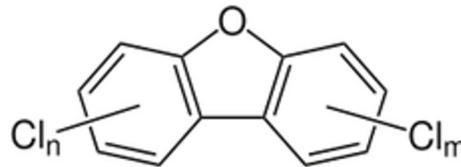


Recuperación de energía- Emisiones de incineración

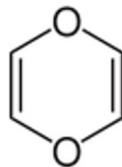
Dioxinas pueden reducirse mediante un sistema de control del suministro de aire, y con control de la temperatura y el tiempo de residencia. La reducción catalítica selectiva también puede evitar las emisiones de dioxinas. Las dioxinas son altamente tóxicas y son contaminantes persistentes. Algunas dioxinas relevantes.



Dibenzo-p-dioxinas policloradas



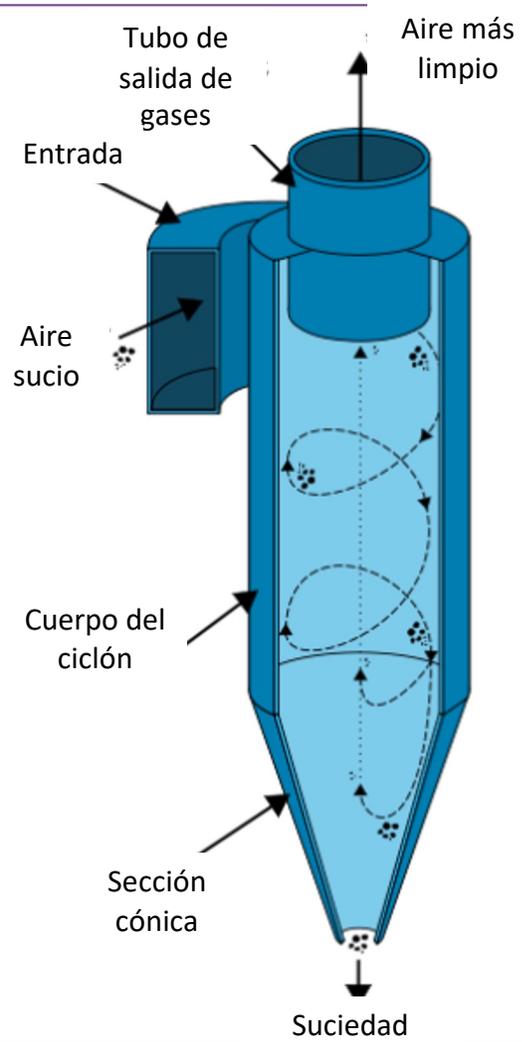
Dibenzofuranos policlorados



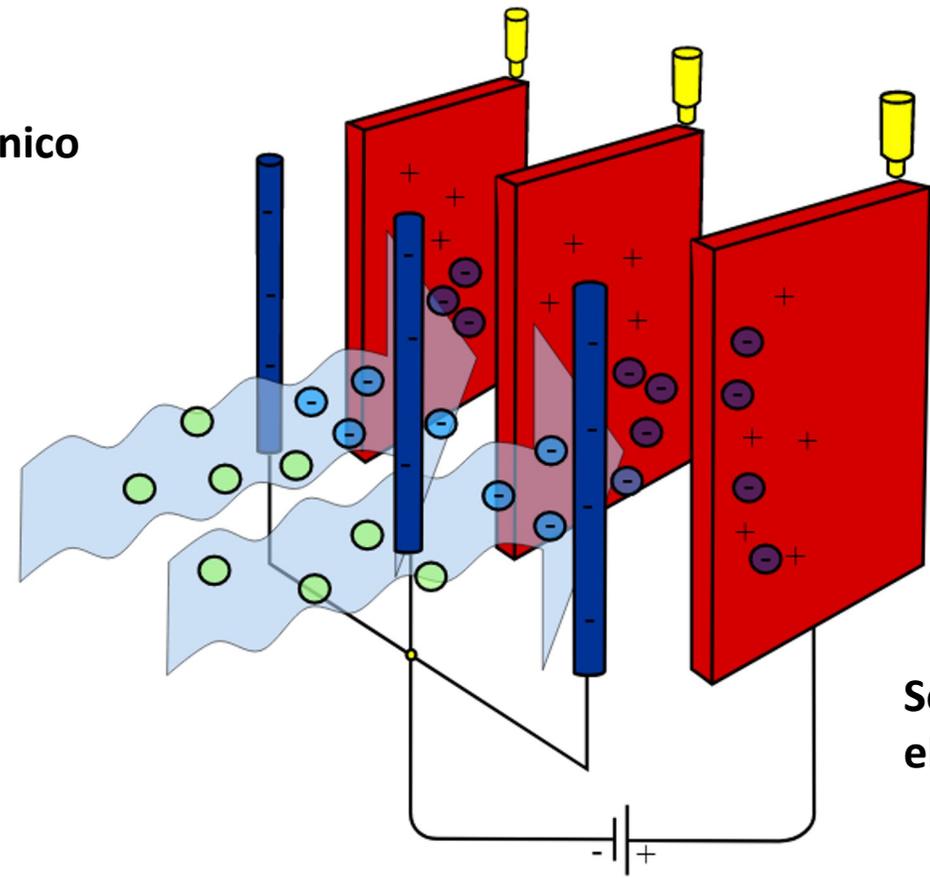
1,4-dioxina

Recuperación de energía- Emisiones de incineración

la eliminación de partículas



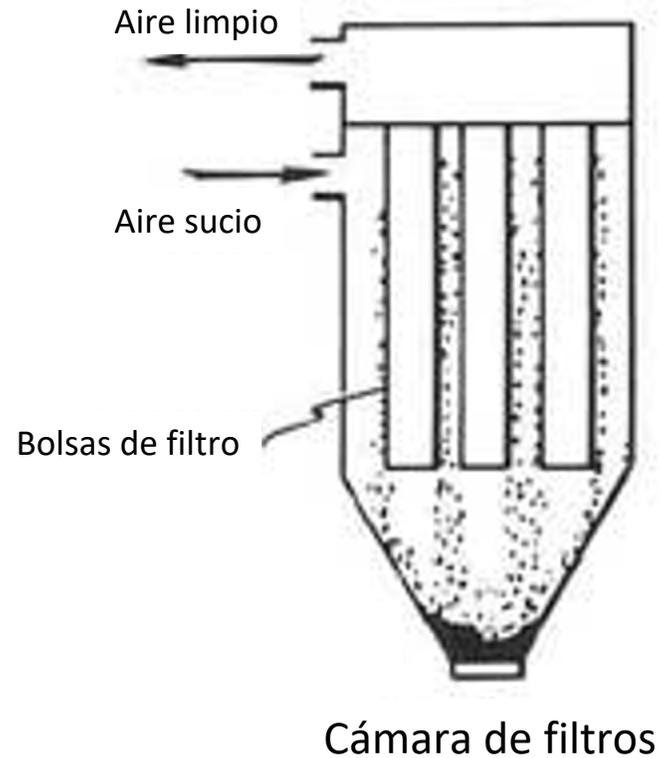
Separador ciclónico



Separadores electrostáticos

Recuperación de energía- Emisiones de incineración

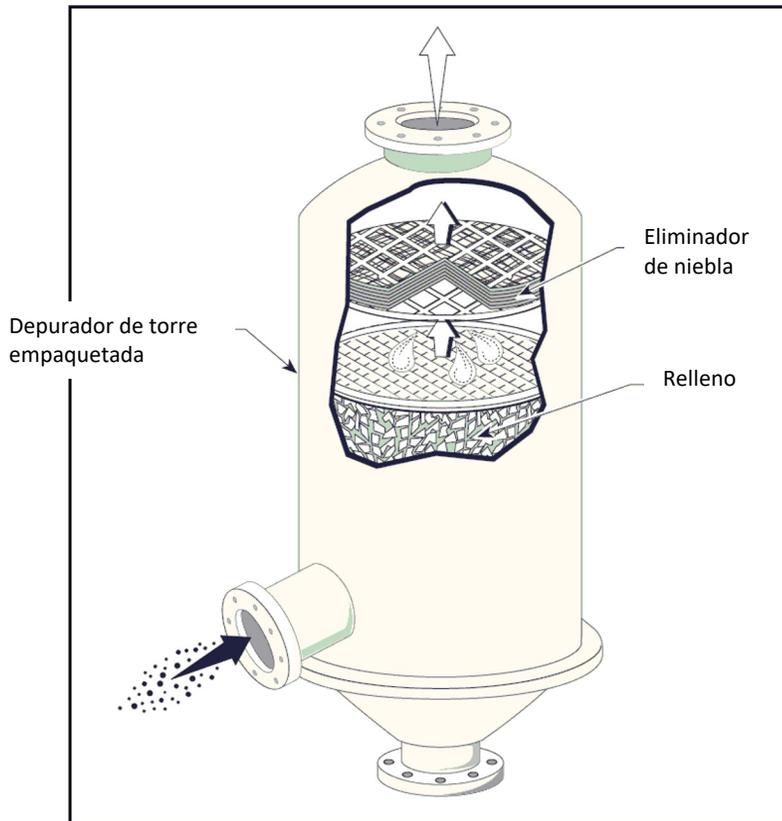
Sistemas para la eliminación de partículas



Separadores de filtros

Recuperación de energía- Emisiones de incineración

Depuradores para eliminar HCl, HF y SO₂



Carbón activado para la eliminación de



Depuradores húmedos



PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Linking Academy to Industry.



Derechos de autor: CC BY-NC-SA 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Con esta licencia, eres libre de compartir la copia y redistribuir el material en cualquier medio o formato. También puede adaptar remezclar, transformar y construir sobre el material.

Sin embargo únicamente en los siguientes términos:

Atribución —debe otorgar el crédito apropiado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera la licenciante respalda usted o su uso

No comercial— no puede utilizar el material con fines comerciales.

Compartir por igual—si remezcla, transforma o construye sobre el material, debe distribuir sus contribuciones bajo la misma licencia que el original.

Sin restricciones adicionales —no puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.