fundación fórum ambiental

akademia fórum INNOTECH

TECNOLOGÍAS ESTRATÉGICAS E INNOVACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE LA FRACCIÓN RESTO DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES

Claves del futuro

Contenido

1. El proyecto
2. Objeto y motivación
3. Síntesis de las soluciones tecnológicas presentadas
4. Sistema de apoyo
5. Mensajes finales
6. Participantes
7. Fichas resumen de cada presentación

1

El proyecto

El proyecto **INNOTECH**, impulsado por la **Fundación Forum Ambiental**, ha sido un espacio multidisciplinar de **debate sobre la evolución del tratamiento de la Fracción Resto (FR) de los residuos municipales/domésticos y de la configuración de las plantas de tratamiento previo en España**.

Durante dos años (2025-26) se ha desarrollado un debate técnico sobre las mejoras a realizar en las plantas de tratamiento, así como de la investigación de nuevas tecnologías y soluciones para el tratamiento de la FR, de la mano de expertos.

En el proyecto, **han participado 69 entidades** (apartado 6):

- Administraciones públicas y entidades locales supramunicipales miembros de ESGREM (37)
- Empresas de gestión de residuos y tecnólogos (25)
- Otras entidades como centros de investigación (7)

2

Objeto y motivación

Objeto y objetivos

- El proyecto INNOTECH se centra exclusivamente en el tratamiento de la fracción resto de los residuos municipales
- Objetivo del proyecto
  - Explorar soluciones tecnológicas de producción de materiales y combustibles reciclados a partir de la FR, existentes o en desarrollo avanzado (TRL 7-9), alternativas a las opciones que ya se aplican y están consolidadas, y su repercusión en el diseño de las plantas de tratamiento previo de la FR (TPFR).
- No es objetivo del proyecto:
  - La evaluación económica y ambiental detallada de las soluciones tecnológicas exploradas, que queda en manos de cada entidad participantes interesada
  - Proponer o recomendar soluciones concretas. Cada entidad involucrada en la gestión de la FR tendrá que profundizar en el análisis y decidir si opta por soluciones consolidadas o bien desarrolla la aplicación de tecnologías como las exploradas en INNOTECH. Las características propias de cada territorio tales como, infraestructuras disponibles, actividades económicas, demografía, etc., condicionan en buena medida esta decisión.
- La exploración de tecnologías emergentes no ha sido exhaustiva, pero sí suficiente para valorar las posibilidades y tendencias.

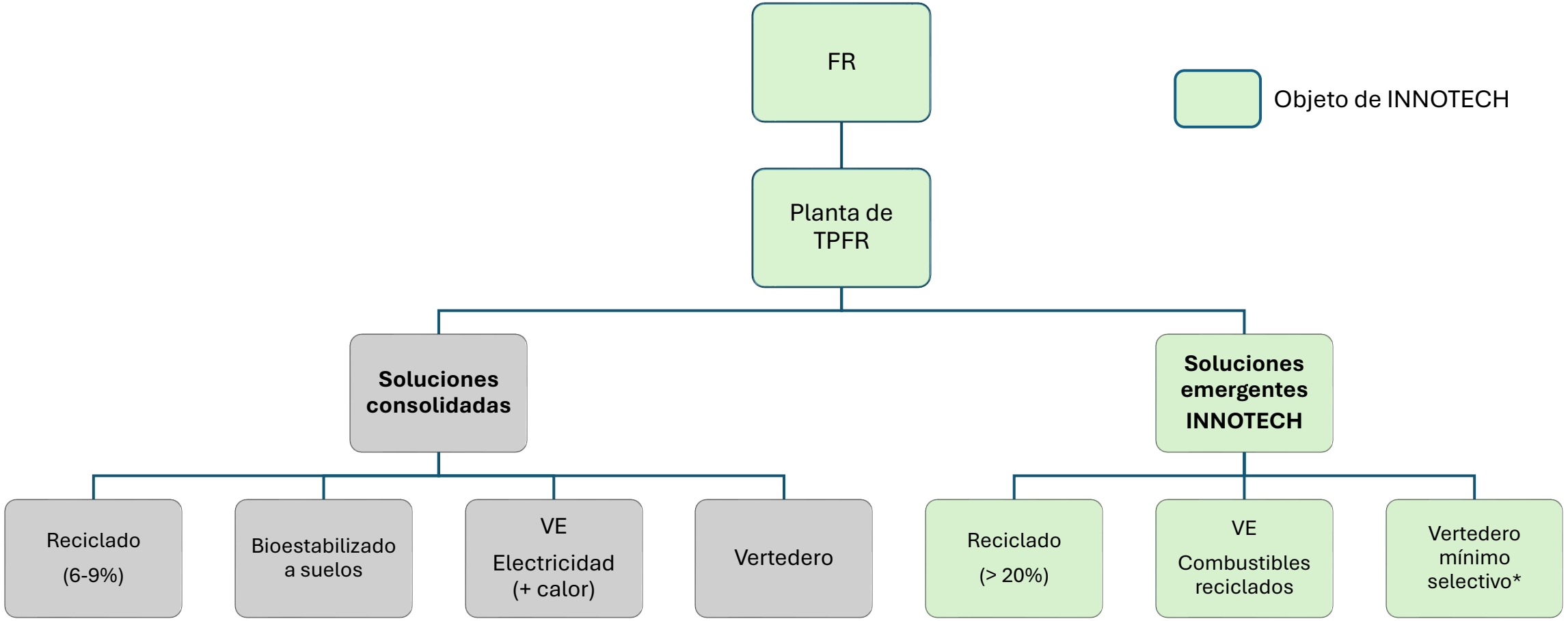
Consideraciones previas

- La solución prioritaria y consistente de la gestión de los RM (una parte son técnicamente evitables y otra podrían ser más fácilmente preparables para la reutilización o reciclables) está sobre todo en manos de los productores (incluidos los distribuidores), mediante ecodiseño, cambios en el modelo de negocio, etc. Han de actuar en un marco legal y administrativo exigente, pero a la vez incentivador y facilitador.
- La promoción y desarrollo del proyecto INNOTECH en modo alguno significa asumir que:
  - La transición a una gestión sostenible de RM se puede alcanzar a través de la innovación y la tecnología por sí solas
  - No se pueden esperar cambios significativos en los hábitos de consumo de la ciudadanía.
- La gestión de RM mediante recogida separada ha de tener total prioridad frente al reciclaje y valorización de la FR. Esta primacía debería quedar reflejada en el coste que han de asumir las entidades locales.

Por qué un debate sobre soluciones emergentes de tratamiento de la FR: alineación con las políticas europeas

- España dispone de más de 100 plantas de tratamiento previo de la FR (TPFR), que progresivamente se han de modernizar o remodelar *(anexo 2.1)*
- El escenario de referencia que ha manejado el proyecto muestra que la recogida separada no será suficiente para cumplir los objetivos legales de reciclado, y será necesaria la contribución aumentada de la FR *(anexo 2.2)*
- Las prioridades de descarbonización de la UE se desplazan del sector eléctrico a la industria y el transporte
- La autonomía estratégica requiere una mayor integración con la industria local y europea *(anexo 2.3)*
- La flexibilidad de las soluciones es cada vez más relevante para afrontar cambios normativos, tecnológicos, de mercado, en la composición de la FR, etc. No es posible precisar cómo será este mapa dentro de 10 años.
- Impulsar la industria de las tecnologías limpias y los servicios avanzados ocupa una posición destacada en la agenda europea. El tratamiento de la FR genera oportunidades para el desarrollo futuro y la competitividad de la industria de gestión de residuos (IGR), mediante su diversificación, especialización y diferenciación. Estas oportunidades se podrán aprovechar, si se crean las condiciones necesarias para la innovación y la mejora progresiva.

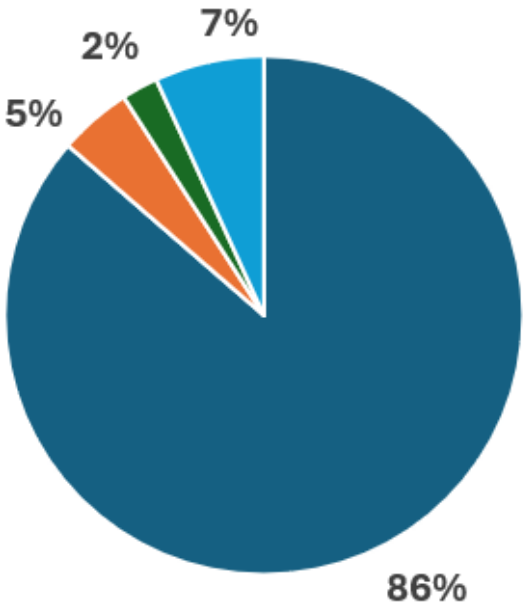
Planteamiento de la exploración INNOTECH



* Inertes y otros restos no biodegradables ni volantes

Anexo 2.1
Encuesta a las entidades participantes en INNOTECH: papel de las plantas de TPFR

Hasta 2035, las plantas de TPFR ...



- Serán necesarias para cumplir los objetivos y condicionantes que establece la normativa
- La prevención y recogida separada crecerán tanto que las plantas de TPFR serán marginales
- Las plantas de TMB son infraestructuras innecesarias que no se deberían haber implantado
- Ns/Nc

	Administración	Gestores	Tecnólogos
Cumplir objetivos	85%	88%	88%
Prevención de recogida	5%	6%	0%
TMB innecesarias	0%	0%	13%
Ns/Nc	10%	6%	0%

Anexo 2.2
Escenario de referencia 2035 (media de toda España)

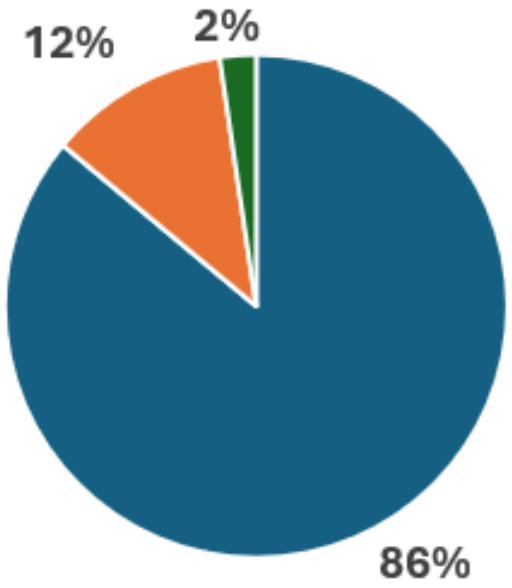
000 t/a	Generación RM		Recogida separada		Impropios+mermas	PxR+reciclado			
RM		20.000							
Biorresiduos	32,0%	6.400	75,0%	4.800	10%	4.320			
P/C	17,0%	3.400	85,0%	2.890	6%	2.717			
V	7,5%	1.500	85,0%	1.275	6%	1.199			
Pla+met+bric	15,5%	3.100	70,0%	2.170	35%	1.411			
Textiles	5,0%	1.000	65,0%	650	35%	423			
Voluminosos	5,0%	1.000	98,0%	980	40%	588			
RAEE	3,5%	700	98,0%	686	35%	446			
Otros	14,5%	2.900							
Total	100,0%	20.000	67,3%	13.451	2.349	11.102			
				67,3%	17,5%		55,5%	Reciclado de recogida separada	
FR				6.549		1.898	**29,0%**	Reciclado adicional de FR	

Fuente: elaboración propia

- Si se aplica estrictamente la normativa vigente (Ley 7/2022, Decisión UE 2019/1004), el objetivo de reciclado del 65% en 2035 es muy exigente. A más tardar el 31-12-2028, la Comisión Europea revisará este objetivo (art. 11.7 de la DMR)
- Aun con niveles de recogida separada elevados (67,3% de media), la contribución de la FR es necesaria para alcanzar el 65% de reciclado en 2035.

Anexo 2.3
Encuesta a las entidades participantes en INNOTECH: integración con la industria local

14. ¿Crees que sería acertado implantar soluciones de valorización material o energética de salidas de planta de TPFR basadas en acuerdos con industrias concretas (por ejemplo, una cementera)?



	Administración	Gestores	Tecnólogos
Sí	85%	100%	63%
No	15%	0%	25%
Ns/Nc	0%	0%	13%

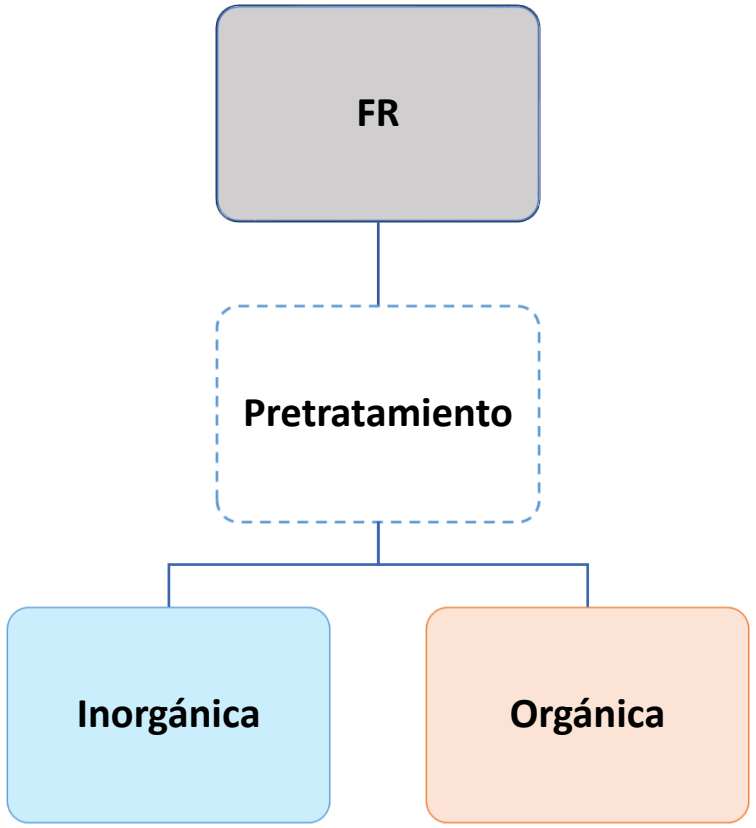
3

Síntesis de las soluciones tecnológicas presentadas

Presentaciones realizadas

PICVISA	Recuperación de residuos textiles Mejoras en la recuperación de vidrio
REPSOL	Producción de H_2 y metanol a partir de CDR y rechazos orgánicos, mediante gasificación Enerkem
TOMRA	Separación de maderas y mejoras en la separación de plástico film
STADLER	Separación de papel y cartón, textiles sanitarios y plásticos PP y PS. Mejoras en la separación de otros materiales
GREENERTIS	Reciclaje químico de plásticos (poliolefinas
PreZero	Valorización de residuos en la fabricación de cemento (u otros hornos industriales).
FCC	Proyecto LIFE ZEROLANDFILLING. Valorización de residuos de vertedero mediante un proceso innovador e integrado que apuesta por la economía circular
Thermowaste	Tratamiento de residuos mediante hidrólisis térmica en continuo
Urbaser	La economía circular del carbono. Reciclaje químico de poliolefinas y valorización de los biorresiduos y papel/cartón
WtEnergy	Gasificación a escalas pequeñas y medianas de biorresiduos pretratados y otros flujos mezclados
Valoriza	Pequeñas instalaciones de tratamiento de residuos: Cómo cumplir con los objetivos europeos y no morir en el intento
Dep. de Ingeniería Química Universidad de València	Digestión anaerobia avanzada de biorresiduos preparados de la fracción resto, para obtener productos de uso en la industria. Soluciones de valorización del digerido distintas a la aplicación al suelo
Greyparrot	Aplicación de la Inteligencia artificial para optimizar la operación de las plantas de tratamiento de la fracción resto
ACTECO	Nos hablarán del Proyecto Almansa, la solución al 100% de los plásticos
Vilaseca Consultors	Nos hablará de la valorización del CO_2 y otros productos
CSIC-INCAR	Alternativas para la valorización de biorresiduos separados de la fracción resto o de su digerido: aplicación de carbonización hidrotermal (HTC)
CSIC-ICB	Gasificación de CSR para la obtención de productos y combustibles bajos en carbono
ANARPLA	Reciclado de residuos de plásticos contenidos en la fracción resto: la opinión del sector

Clasificación inicial

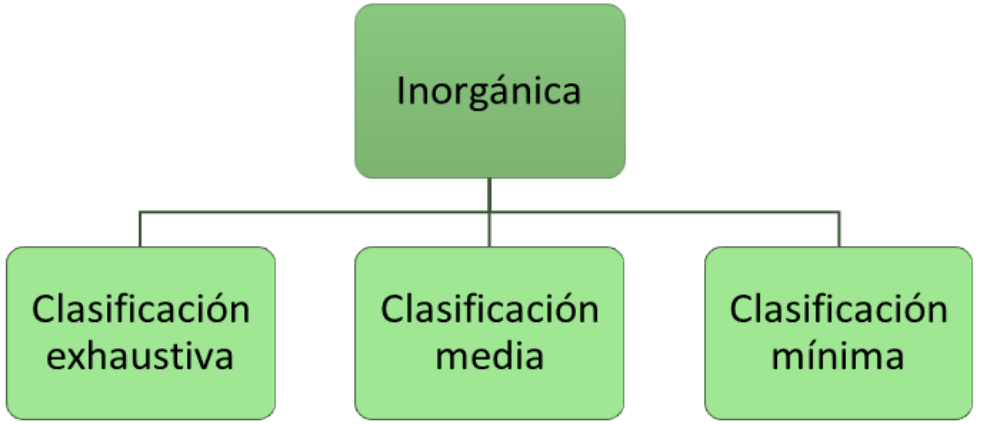


Se mantiene la clasificación básica entre fracción “inorgánica” y orgánica.

A partir de aquí, las tecnologías disponibles y su evolución prevista permiten separar de forma automática prácticamente cualquier fracción o subfracción de la FR.

Clasificación de la fracción inorgánica en las plantas de TPFR

Las plantas de tratamiento previo de la FR se pueden orientar a la simplicidad, con clasificaciones básicas, o a una mayor sofisticación, con inversiones más elevadas en equipos de clasificación y de acondicionamiento. En este ámbito, no se ha detectado una tendencia clara para el futuro.



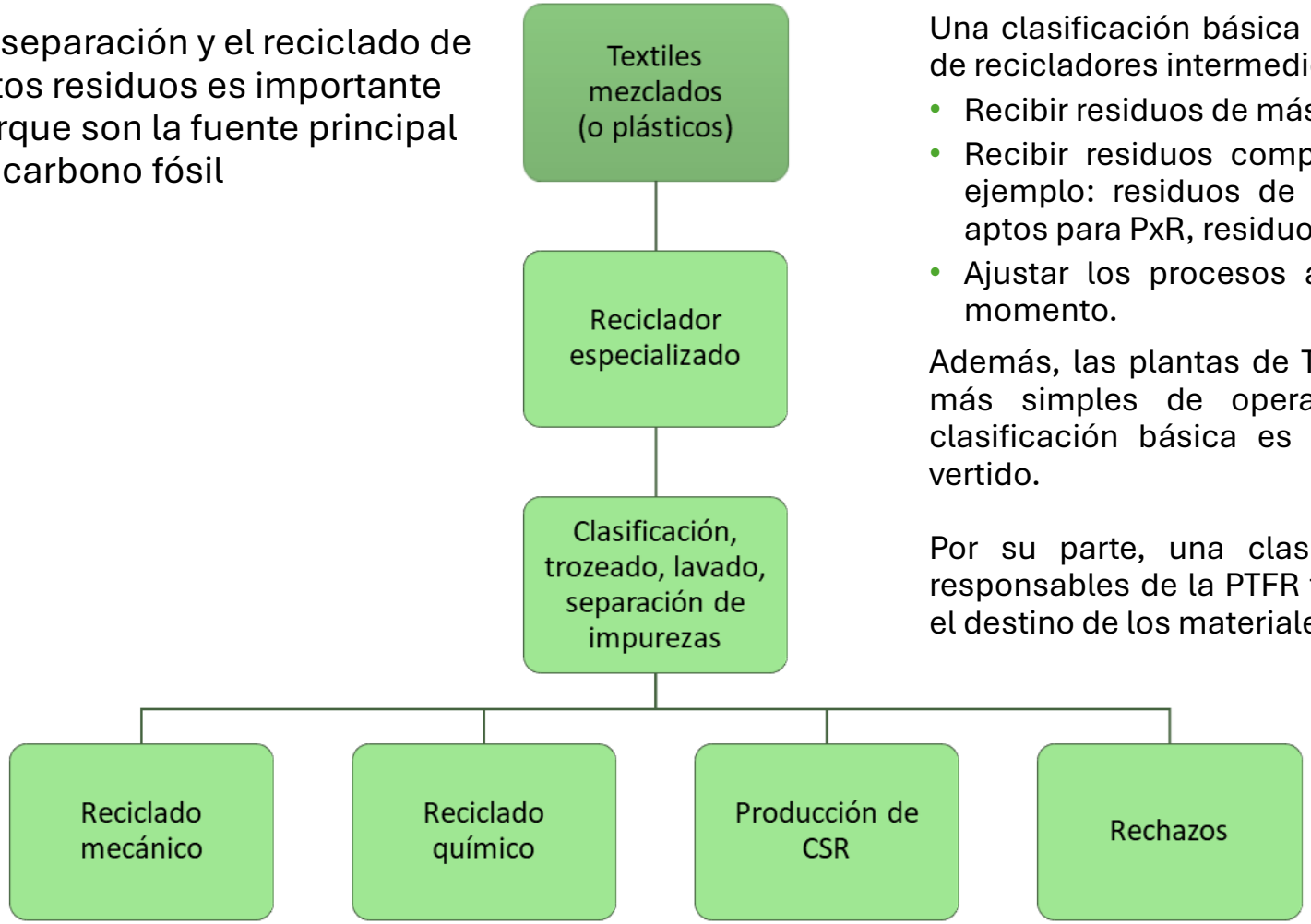
Externalización a gestores especializados, públicos o privados

(para ajustar la cantidad y calidad de los materiales recuperados a las necesidades del reciclador final)

- CDR: fracción inorgánica combustible de la FR, una vez separados los materiales para reciclar
- CSR: combustible sólido preparado a partir de la FR según las necesidades y especificaciones del usuario final

Reciclado de fracciones separadas

La separación y el reciclado de estos residuos es importante porque son la fuente principal de carbono fósil



Reciclado químico solo cuando el mecánico no sea viable

Una clasificación básica en la planta de TPFR requiere el concurso de recicladores intermedios especializados, lo que facilita:

- Recibir residuos de más de una PTFR (escala)
- Recibir residuos compatibles de otros orígenes (sinergias). Por ejemplo: residuos de recogida separada clasificados como no aptos para PxR, residuos textiles preconsumo
- Ajustar los procesos a las necesidades del mercado en cada momento.

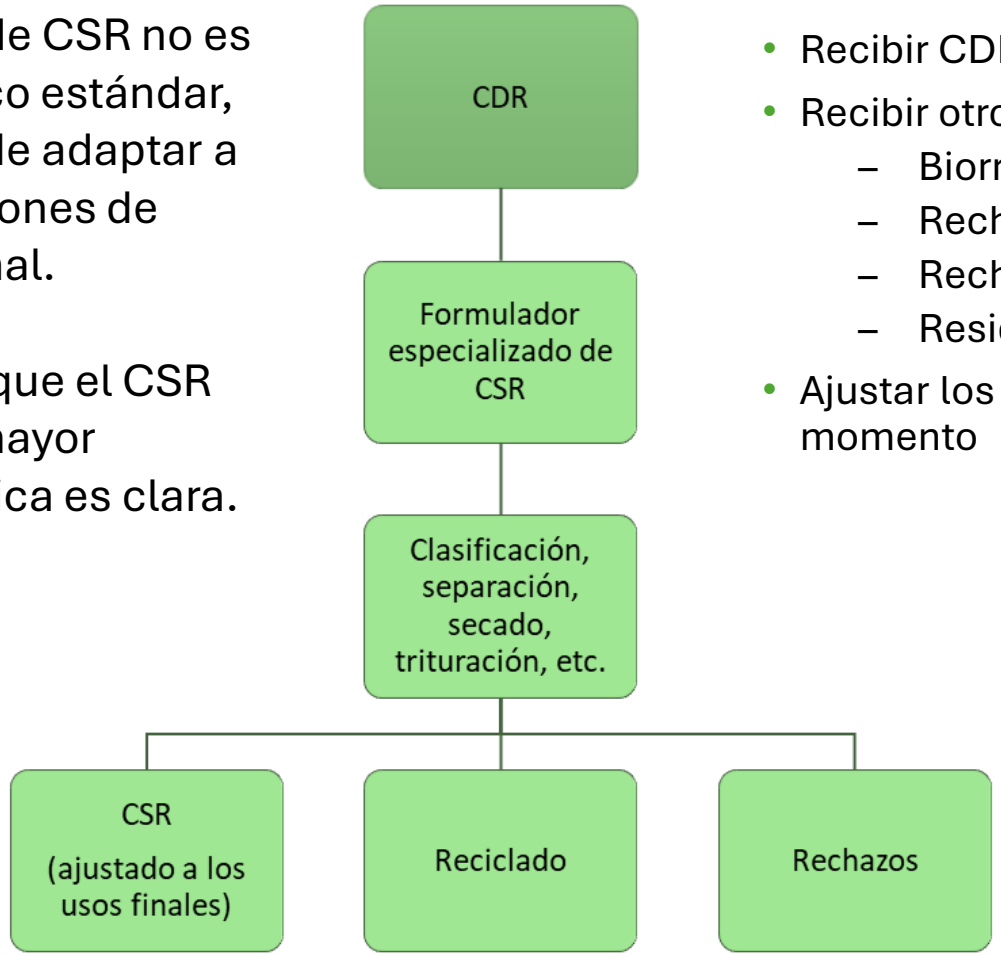
Además, las plantas de TPFR necesitan una menor inversión y son más simples de operar y mantener. En caso necesario, la clasificación básica es suficiente para cumplir la normativa de vertido.

Por su parte, una clasificación más exhaustiva permite a los responsables de la PTFR tener un mayor control económico y sobre el destino de los materiales recuperados.

Formulación de CSR

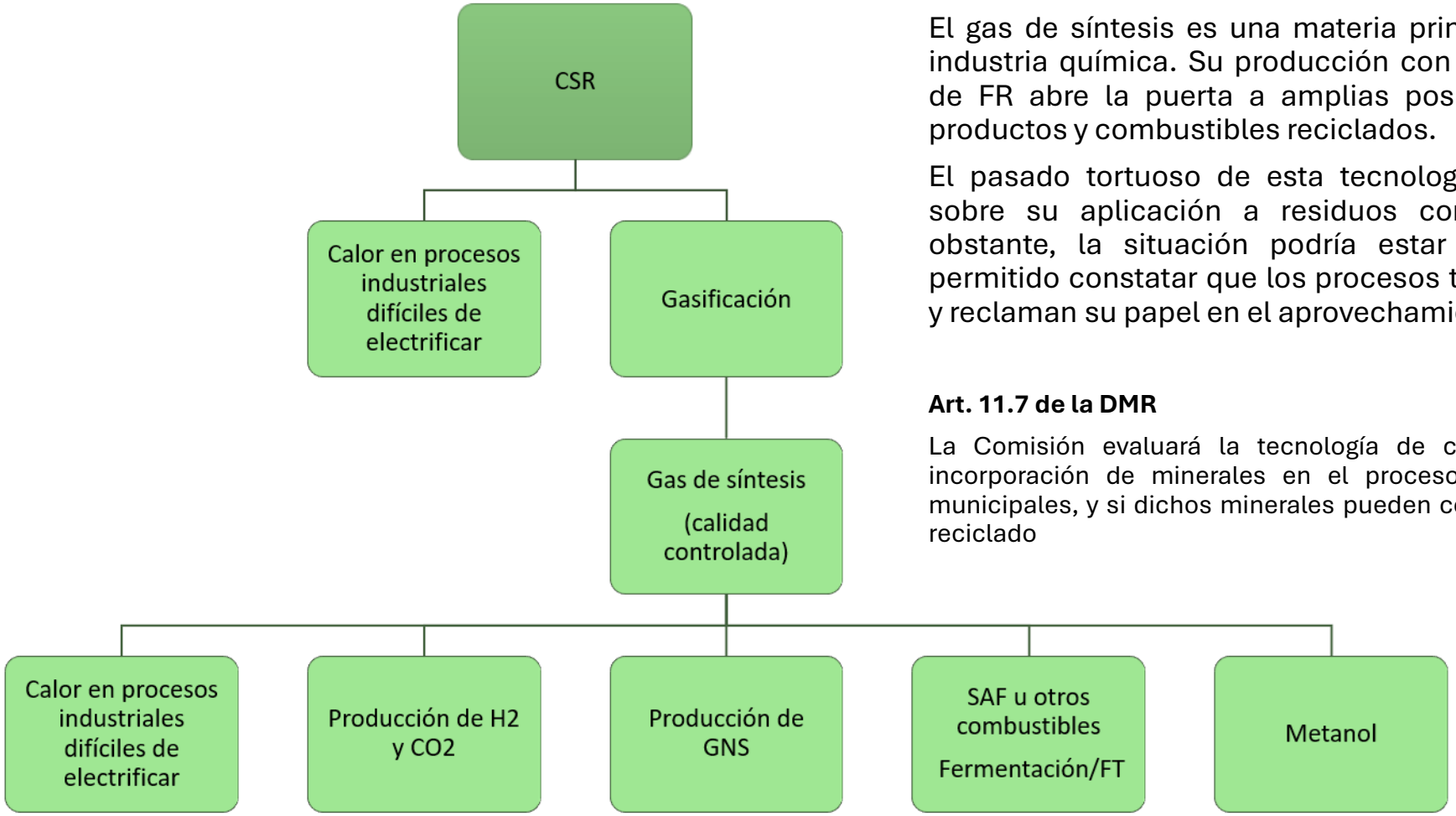
La producción de CSR no es un proceso único estándar, sino que se ha de adaptar a las especificaciones de cada usuario final.

La tendencia a que el CSR contenga una mayor fracción biogénica es clara.



- Recibir CDR de más de una PTFR (economías de escala)
- Recibir otros residuos compatibles (sinergias). Por ejemplo:
  - Biorresiduos separados de la FR
  - Rechazos de voluminosos
  - Rechazos de triaje de fracciones de recogida separada
  - Residuos industriales banales
- Ajustar los procesos a las necesidades del mercado en cada momento

Reciclado y valorización de CSR



FT: Fischer-Tropsch

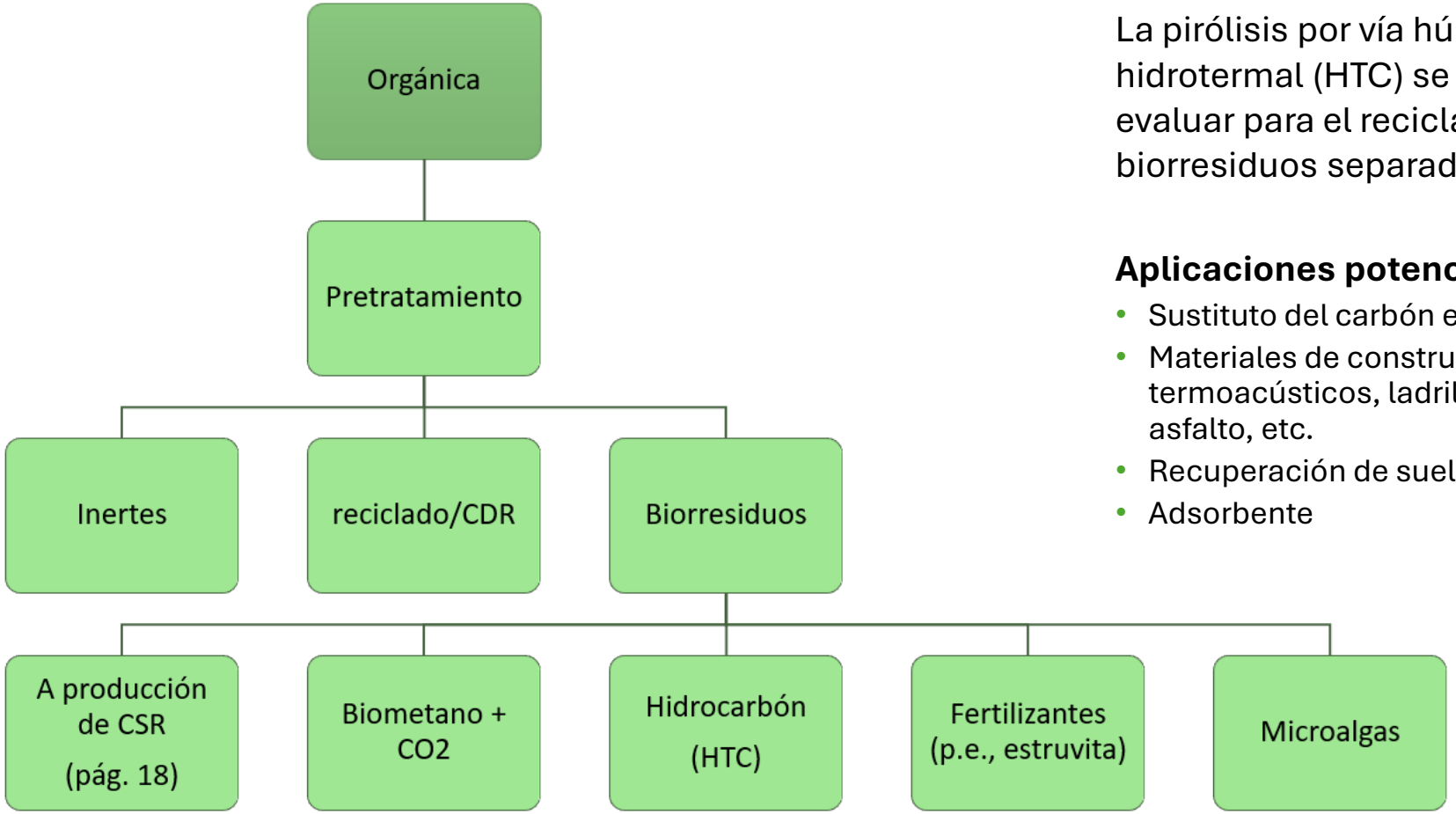
El gas de síntesis es una materia prima básica y tradicional de la industria química. Su producción con la calidad adecuada a partir de FR abre la puerta a amplias posibilidades de producción de productos y combustibles reciclados.

El pasado tortuoso de esta tecnología alimenta el escepticismo sobre su aplicación a residuos complejos como el CSR. No obstante, la situación podría estar cambiando. INNOTECH ha permitido constatar que los procesos termoquímicos están en auge y reclaman su papel en el aprovechamiento de la FR.

Art. 11.7 de la DMR

La Comisión evaluará la tecnología de coprocesamiento que permite la incorporación de minerales en el proceso de coincineración de residuos municipales, y si dichos minerales pueden contabilizarse para los objetivos de reciclado

Reciclado y valorización de biorresiduos



La pirólisis por vía húmeda o carbonización hidrotermal (HTC) se debería demostrar y evaluar para el reciclado y la valorización de biorresiduos separados de la FR.

Aplicaciones potenciales del hidrocarbón:

- Sustituto del carbón en procesos siderúrgicos
- Materiales de construcción: morteros termoacústicos, ladrillos, bloques, hormigón, asfalto, etc.
- Recuperación de suelos degradados
- Adsorbente

Captura y aprovechamiento del CO_2

- En el reciclado o valorización de CSR o biorresiduos se puede obtener CO_2 concentrado para usos diversos, tales como:
  - Producción de GNS mediante metanación química o biológica
  - Producto para la industria local
  - Integración en materiales de construcción (ahorro de cemento, áridos sintéticos, secuestro permanente)

Fracciones relevantes para las que no se han presentado soluciones

- Residuos inertes: posibles sinergias con residuos de otros orígenes, por ejemplo, residuos inertes de puntos verdes/limpios o escorias
- Residuos de productos higiénicos absorbentes (AHP). La solución principal se basa en la recogida separada con la contribución económica de la RAP. Véase, por ejemplo:
  - Proyecto ICARUS, financiado por el fondo UE Horizon. Recupera tres materiales para el reciclado: plástico (PE y PP), celulosa y polímero superabsorbente (SAP)

4

Sistema de apoyo

Sistema de apoyo firme y con objetivos y políticas claros, para que las tecnologías emergentes escalen

- El potencial de producción de materiales y combustibles reciclados a partir de la FR es alto. Para materializarlo:
  - Hay tecnologías disponibles o en desarrollo avanzado (TRL 7-9)
  - Se requiere una inversión elevada en todo tipo de infraestructuras
  - El apoyo de las políticas públicas y la cooperación público-privada son necesarios
- Tal como indica la propuesta de RD de proyectos estratégicos de inversión* (en fase de consulta pública):
  - "Los promotores de proyectos de inversión requieren condiciones de seguridad jurídica, plazos definidos y actuaciones administrativas eficaces que les permitan adoptar decisiones estratégicas de manera ágil en un entorno altamente competitivo y con fundamento en un marco normativo claro y predecible"

* Real Decreto por el que se regula el Comité de Inversiones Estratégicas y por el que se desarrollan los criterios y el procedimiento de declaración de Proyectos Estratégicos de Inversión

Reglamento UE 2024/1735 (NZIA): un marco de medidas para reforzar el ecosistema europeo de fabricación de tecnologías de cero emisiones netas

- De acuerdo con el Reglamento NZIA*, una parte de las tecnologías emergentes relevantes para INNOTECH tienen el carácter de estratégicas de cero emisiones netas *(anexo 4.1)*.
- El Reglamento NZIA está orientado a impulsar la fabricación en la UE de los equipos y componentes de las tecnologías, pero entre sus objetivos también está:
  - Fomentar la demanda de tecnologías de cero emisiones netas sostenibles y resilientes, a través de diversos procedimientos de intervención pública
  - Apoyar la innovación mediante la creación de espacios controlados de pruebas de cero emisiones netas (prioridad PyMEs y startups) y la utilización de la compra pública de innovación
- Se ha creado la Plataforma Europea Net-Zero** para asesorar a los EM y a los promotores de proyectos que impliquen a tecnologías estratégicas (fondos y financiación disponibles, espacios controlados de pruebas, compra pública de innovación, autorizaciones, academias, etc.)
- Innovation Fund 2025, Net-Zero Technologies Call: 2.900 M€ (valora criterios NZIA). Se integrará en el futuro Fondo Europeo de Competitividad: 409.000 M€ (2028–2034), para fortalecer la política industrial de la UE, en particular la "Transición limpia y descarbonización industrial".

* https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act_en

** https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act/net-zero-europe-platform_en

Sistema de apoyo estatal y autonómico: líneas de acción destacadas

- Crear las condiciones para explotar al máximo las facilidades que ofrece la UE, en particular para el escalado y despliegue comercial de tecnologías estratégicas (NZIA):
  - Proporcionar un acceso transparente y ordenado a los diversos fondos disponibles de innovación, inversión y financiación
  - Desarrollar espacios controlados de pruebas
  - Impulsar la compra pública de innovación
  - Velar por la ubicación y autorización ágiles de las infraestructuras necesarias *(anexo 4.2)*
  - De acuerdo con el futuro Reglamento de Economía Circular, promover la demanda de materiales y combustibles reciclados con contenido europeo (*EU origin*), para que tengan valor en el mercado
- Aumentar la contribución económica de la RAP al reciclado y valorización de la FR
- Aumentar la dedicación de los ingresos del sistema EU-ETS a la descarbonización de la industria española, incluyendo la modernización de la IGR *(anexo 4.2)*
- Potenciar el efecto del impuesto sobre vertido e incineración de forma progresiva y predecible, con un retorno finalista de la recaudación
- Adaptar la normativa para dar respuesta a las especificidades que plantean las nuevas tecnologías *(anexo 4.3)*
- Mayor coordinación entre políticas (medio ambiente, industria, economía, hacienda, etc.)

Anexo 4.1
Tecnologías estratégicas más relevantes para INNOTECH (Reglamento (UE) 2024/1735)

- Reactores termoquímicos, electroquímicos, químicos y bioquímicos o biológicos para convertir la biomasa y los combustibles de carbono reciclado en biointermedios o gases de síntesis, y éstos en combustibles alternativos sostenibles. Incluye la metanación para convertir H_2 y CO_2 en CH_4.
- Tecnologías de biogás y biometano sostenibles.
- Microorganismos, cepas microbianas y enzimas para pretratar y convertir materias primas en biocombustibles, combustibles de carbono reciclado y combustibles renovables, productos químicos biológicos y de carbono reciclado, biopolímeros, biomateriales y bioproductos.
- Utilización termoquímica y electroquímica del CO_2 (mineralización de materiales de construcción, ácido fórmico, etc.).

Anexo 4.2
Antwerp European Industry Summit. 11-2-2026
EU Opening keynote speech by President von der Leyen

- "Debemos acelerar la adopción de nuestros productos limpios en Europa. Solo un aumento de la demanda generará un argumento claro a favor de la inversión."
- "Hoy en día, obtener los permisos para una nueva fábrica puede llevar más tiempo que construirla.". "Los retrasos significan inversiones perdidas"
- "Las estrategias nacionales y regionales deberían identificar ubicaciones prioritarias para la infraestructura de reciclaje, ayudando a las autoridades locales a apoyar un desarrollo adecuado."
- "Desde 2005, el sistema ETS ha generado 260.000 M€. La UE ha dedicado el 100% de estos ingresos a la innovación para la descarbonización industrial, mientras los EM solo han dedicado el 5%."

Fuente: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_26_382

Anexo 4.3
Precisar algunas cuestiones técnicas de la normativa, para adaptarla a las nuevas tecnologías (no exhaustivo)

- En rutas termoquímicas, biológicas o bioquímicas, qué se entiende por reciclado y cómo se puede contabilizar para el cumplimiento de objetivos, por ejemplo:
  - H_2 como reactivo (por ejemplo, para refinerías)
  - Hidrocarbón como reactivo (por ejemplo, para la siderurgia)
  - Carbono secuestrado en materiales de construcción
  - Fertilizantes obtenidos de la fracción líquida de la HTC mediante procesos de extracción (por ejemplo, estruvita)
- Cuándo la producción de combustibles reciclados se puede considerar incluida en la taxonomía para facilitar las inversiones sostenibles (Reglamento UE 2020/852 y actos delegados)
- Requerimientos de trazabilidad y certificación. Por ejemplo, certificar que el CSR no contiene residuos que razonablemente se hubieran podido reciclar o el porcentaje biogénico del CSR
- Fin de la condición de residuo para los principales materiales obtenidos de la FR

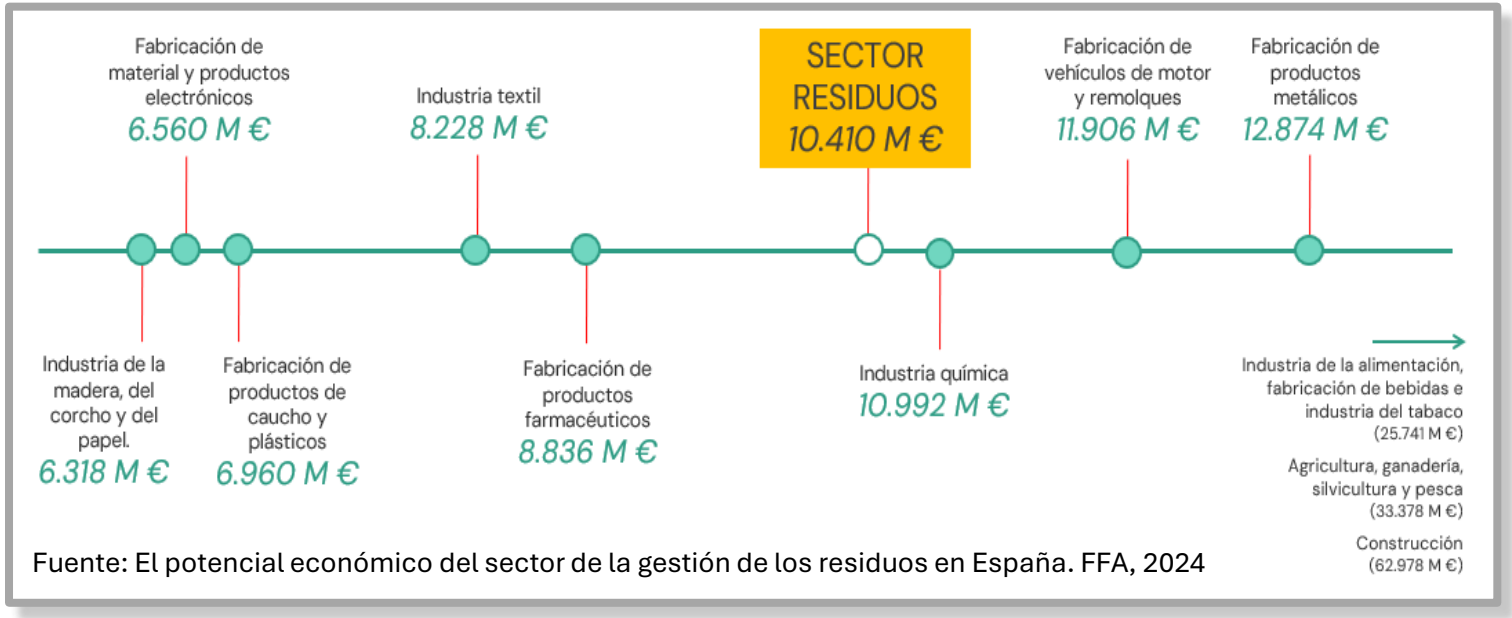
5

Mensajes finales

Mensajes finales

- La industria de la gestión de residuos (IGR) se ha de incluir sin reservas en la política industrial española *(anexo 5.1)*. La gestión de residuos ya no es un reto puramente medioambiental, sino que conforma una industria estratégica de explotación de recursos en el marco de los nuevos criterios de decisión que impulsa la UE, basados en la autonomía material y energética y el liderazgo en tecnologías limpias y servicios avanzados.
- La producción de materiales y combustibles reciclados a partir de la fracción resto (FR) es una oportunidad para que la IGR avance en competitividad global, mediante la diversificación, especialización y diferenciación.
- Además, aumentar de forma significativa el reciclado de la FR se muestra posible y necesario para alcanzar los objetivos legales de gestión de residuos municipales.
- Para ello, las tecnologías emergentes presentadas en el proyecto INNOTECH están suficientemente maduras o en desarrollo avanzado (TRL 7-9) y su contribución se debería evaluar con atención.
- El escalado y despliegue comercial de estas tecnologías requiere que los promotores que operan en España aprovechen al máximo los incentivos que ofrece la UE a la industria de cero emisiones netas, complementados por los sistemas de apoyo público estatal y autonómicos. Facilitar la innovación, la viabilidad económica de las instalaciones y su ubicación y autorización demanda una atención especial. Un marco normativo claro y predecible es primordial.
- Los gobiernos autonómicos han de considerar la planificación integrada de infraestructuras para crear sinergias con la industria local o con el tratamiento de otros tipos de residuos, aprovechar el potencial de ecología industrial y optimizar los costes y su asignación para incentivar a las entidades locales y mejorar la equidad territorial.

Anexo 5.1
Industria de la gestión de residuos (IGR): un lugar proporcionado en la política industrial



Fuente: El potencial económico del sector de la gestión de los residuos en España. FFA, 2024

- La aportación de valor añadido bruto (VAB) es comparable con la de la industria química o la textil
- Forma parte de todas las cadenas de valor de la economía
- Incorpora tecnologías estratégicas NZIA (Reglamento UE 2024/1735)
- Mercado mundial en expansión
- Algunas de las empresas de gestión de residuos punteras en el mundo son españolas
- Vinculada directamente con los principales retos ambientales y socioeconómicos de la UE
- Necesidades de digitalización, formación y capacitación, internacionalización, participación en la gobernanza industrial, etc.
- No se prevén efectos significativos sobre el empleo por disrupciones de la IA

6

Participantes

Participantes

- Agència de Residus de Catalunya
- Àrea Metropolitana de Barcelona
- Ayuntamiento de Madrid
- Cabildo de Gran Canaria. Servicio de residuos
- Consell de Mallorca
- Consell Insular d'Eivissa
- Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa (SIGMA)
- Consorci de Residus i Energia de Menorca
- Consorci de residus Ribera i Valldigna V4
- Consorci del Bages per a la gestió de residus
- Consorci per a la Gestió de Residus del Vallès Occidental
- Consorci per a la Gestió de Residus del Vallès Oriental
- Consorci per al Tractament de Residus Sòlids Urbans del Maresme
- Consorcio Almanzora-Levante-Vélez (Almería)
- Consorcio As Mariñas (Galicia)
- Consorcio de Aguas y Residuos de la Rioja
- Consorcio de la Agrupación nº 7-Alcañiz
- Consorcio del Sector II de la Provincia de Almería para la Gestión de Residuos
- Consorcio para la Gestión de Residuos Sólidos de Asturias (COGERSA)
- Consorcio para la Gestión Integral de Residuos de la provincia de Salamanca (GIRSA)
- Consorcio Provincial para la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos de Málaga
- Consorcio TERRA - Diputación de Alicante
- Entitat Metropolitana per al Tractament de Residus (EMTRE) (València)
- GARBIKER. Diputación Foral de Bizkaia
- Gestión de Residuos Huesca (GRHUSA)
- Gipuzkoako Hondakinen Kontsortzioa (GHK)
- Gobierno Vasco. Servicio de Gestión de Residuos
- Junta de Andalucía - Dirección General de Sostenibilidad Ambiental y Economía Circular
- Mancomunidad de la Comarca de Pamplona
- Mancomunidad de los Alcores (Sevilla)
- Mancomunidad de Municipios del Noroeste (Madrid)
- Mancomunidad del Este (Madrid)
- Mancomunidad del Sur (Madrid)
- Medio Ambiente, Agua, Residuos y Energía de Cantabria, S.A. (MARE)
- PROMEDIO (Diputación de Badajoz)
- SOGAMA
- Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente

- ACCIONA
- ACTECO
- ECOEMBES
- ECONWARD
- EGGERSMANN
- FCC Medio Ambiente
- FICHTNER (RESA)
- GBI-PAPREC
- GREENERTIS
- GREENPACT
- Greyparrot
- GRIÑO
- PICVISA
- REPSOL
- PREZERO
- ROS ROCA
- SORAIN CECCHINI
- STADLER
- Thermowaste
- TOMRA
- URBASER
- VALORIZA
- VEOLIA
- VILASECA CONSULTORS
- WtEnergy

- CSIC - Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS)
- CSIC - Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CNIM)
- CSIC - Instituto de Carboquímica (ICB)
- CSIC - Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)
- CSIC - Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETCC)
- CSIC - Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS)
- CSIC - Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea (ISQCH)

7

Fichas resumen de cada presentación

PICVISA

Tecnología: Clasificación automática de textil, film y vidrio en plantas de tratamiento de fracción resto

Descripción de la tecnología: Soluciones de clasificación automática orientadas a incrementar la recuperación de materiales actualmente poco recuperados en plantas de tratamiento de residuos, especialmente textil, film y vidrio de granulometría fina.

Recuperación de textil y film

Se plantean dos configuraciones:

Separación al inicio del proceso:

- Incorporación de tambor con púas.
- Separación inicial de film y textil.
- Clasificación posterior mediante equipo Ecosort.
- Evita que el material recorra el resto de la planta

Clasificación posterior mediante equipo Ecosort:

- Clasificación del textil una vez finalizadas las etapas principales.
- Permite obtener una clasificación más específica.
- El material llega después de haber atravesado el proceso completo.

Clasificación final de textil

Línea automática para tratar: textil procedente de recogida selectiva; textil recuperado en plantas de RSU.

La separación se realiza: por composición, por color; mediante múltiples sectores automáticos.

Se plantea un mínimo de 24 salidas diferentes para obtener fracciones con valor de mercado

Recuperación de vidrio

Ampliación de la recuperación de vidrio mediante:

- automatización del proceso;
- incorporación de un segundo selector óptico;
- tratamiento de la fracción fina;
- ampliación del rango granulométrico hasta 4–10 mm.

REPSOL

Tecnología: Gasificación de residuos mediante tecnología ENERKEM

Descripción de la tecnología: Proceso de gasificación aplicado a residuos actualmente destinados principalmente a vertedero, con capacidad para tratar diferentes corrientes de origen municipal e industrial. La tecnología utilizada es ENERKEM.

Residuos de entrada

- Residuos municipales destinados actualmente a vertedero.
- Residuos industriales.
- Rechazos de plantas de tratamiento.
- Residuos de fragmentadoras.
- Residuos de papeleras.
- Rechazos de plantas de envases.
- Bioestabilizado y biosecado, actualmente en fase de caracterización y pruebas.

Esquema de proceso

Residuos → Caracterización y preparación → Gasificación → Gas de síntesis → Transformación en productos de valor

Escala prevista

- Planta proyectada en Tarragona: 400.000 t/año.
- Puesta en servicio prevista: 2029.
- Primera instalación industrial de referencia: 200.000 t/año, prevista en Canadá.

TOMRA

Tecnología: Clasificación óptica para recuperación de film y madera en fracción resto

Descripción de la tecnología: Sistemas automáticos de selección destinados a recuperar materiales presentes en la fracción resto que actualmente presentan bajos índices de recuperación, especialmente film plástico y madera.

Recuperación de film

- Potencial del film en la entrada: 8–12 %
- Recuperación actual indicada: 0 %
- Recuperación posible: 7 % respecto a la entrada

La tecnología permite separar el film por tipo de polímero para mejorar la calidad del producto recuperado:

- film PE: aproximadamente 50–60 %;
- film PP: aproximadamente 20–30 %.
- El objetivo es minimizar la producción de film mixto.

Recuperación de madera

- Potencial de madera en la entrada: 2–3 %
- Recuperación actual indicada: 0 %
- Recuperación posible: 2 % respecto a la entrada

La tecnología utiliza inteligencia artificial para diferenciar:

- madera natural
- MDF
- madera procesada
- madera mixta.

Material objetivo

film; madera; envases ligeros; papel-cartón; otras fracciones recuperables presentes en las líneas 2D y 3D

STADLER

Tecnología: Optimización de plantas de fracción resto mediante separación mecánica y óptica avanzada

Descripción de la tecnología: Configuración de líneas de tratamiento para incrementar la recuperación de materiales actualmente no recuperados o recuperados parcialmente en plantas de fracción resto mediante combinaciones de:

- separadores balísticos
- trómeles
- selección óptica
- captación neumática
- líneas 2D y 3D

Materiales objetivo

PP/PS

- Contenido aproximado: 1–1,5 % de entrada.
- Recuperación actual: >65 %.
- Recuperación potencial: >85 %.
- Separación mediante balístico + selector óptico

PAPEL/CARTÓN

- Contenido aproximado: 8–12 %.
- Recuperación actual: >45 %.
- Recuperación potencial: >65 %.

TEXTIL

- Contenido aproximado: 4–6 %.
- Recuperación potencial: >70 %.

TEXTIL SANITARIO

- Contenido aproximado: 5–7 %.
- Recuperación potencial: >30 %.

MADERA

- Contenido aproximado: 2–4 %.
- Recuperación potencial: >80 %.

FILM

- Contenido aproximado: 6–12 %.
- Recuperación actual: >30 %.
- Recuperación potencial: >65 %.

GREENERTIS

Tecnología: Reciclaje químico de poliolefinas mediante pirólisis

Descripción de la tecnología: Proceso de reciclaje químico destinado al tratamiento de residuos plásticos, especialmente poliolefinas que no pueden ser recicladas mecánicamente, mediante pirólisis para la obtención de aceite pirolítico.

Materia prima

Residuo plástico mezclado acondicionado previamente

Especificaciones indicadas:

- PP + PE: >85 %
- PET: <5 %
- Biomasa: <15 %
- Densidad: 50–200 kg/m³
- Humedad: <15 %
- Granulometría: 3–5 cm
- Cloro/PVC: <1 %
- Azufre: <1 %
- Libre de metales, vidrio, inertes y voluminosos.

Esquema de proceso

Residuo plástico mezclado → Pretratamiento → Pirólisis → Aceite pirolítico (PyrOil) → Integración en industria petroquímica → Materia prima plástica sostenible / poliolefinas

Escala prevista

- Planta proyectada en Tarragona: 50.000 t/año.
- 6 líneas de pirólisis

PREZERO

Tecnología: Producción y acondicionamiento de Combustible Sólido Recuperado (CSR)

Descripción de la tecnología: Tratamiento de residuos mediante selección, clasificación, trituración y acondicionamiento para recuperar materiales valorizables y producir combustibles sólidos recuperados adaptados a distintos usos posteriores.

Instalación de referencia: CTRI Zona Franca-Barcelona

Capacidad de entrada: 200.000 t/año

Principales corrientes:

- Voluminosos: 30.000 t/año.
- Residuos C&I mezclados: 75.000 t/año.
- Monomateriales: 20.000 t/año.
- Otros residuos: 75.000 t/año.

Líneas de proceso

- 2 líneas de selección automática de 15 t/h.
- 1 línea de selección y trituración de voluminosos de 15 t/h
- 1 línea de selección y embalaje de monomateriales de 10 t/h
- Alto nivel de automatización.
- Proceso continuo.
- Recuperación de materiales y preparación de CSR.

Productos obtenidos

- Más de 40.000 t/año de subproductos valorizables.
- Más de 70.000 t/año de CSR.

Tipologías de CSR

CSR-Q

- Orientado a tratamiento químico.
- Flujos poliméricos.
- Destino potencial: gasificación y pirólisis.

CSR biogénico

- Orientado principalmente al sector cementero.
- Se estudia la incorporación de materia orgánica procedente de la fracción resto.

FCC MEDIO AMBIENTE

Tecnología: Pirólisis de fracción resto – Proyecto ZEROLANDFILLING / NEOLIQUID

Descripción de la tecnología: Proceso de pirólisis para la valorización de fracción resto municipal no reciclable mediante la obtención de productos sólidos, líquidos y gaseosos de valor añadido. La tecnología se basa en la patente NEOLIQUID y se encuentra demostrada y validada a escala semiindustrial, con un TRL 6.

Capacidad de la instalación: 2.000 t/año

Esquema de proceso

Proceso de pirólisis → Syngas → Nafta verde → Biocarbón

Productos obtenidos

Distribución aproximada:

- Biocarbón: 25–30 %.
- Syngas: 25–30 %.
- Hidrocarburos líquidos: 25–30 %

Aplicaciones

Syngas

- Utilización energética en el propio proceso.

Nafta verde

- Upgrading.
- Posible integración en procesos petroquímicos.

Biocarbón

- Procesos térmicos.
- Acerías.
- Cementeras.
- Mezclas bituminosas y otros materiales

Instalaciones previstas

- Planta piloto prevista en Valladolid 2026.

THERMOWASTE

Tecnología: Limpulación mediante hidrólisis continua de residuos sólidos urbanos

Descripción de la tecnología: Proceso continuo de hidrólisis aplicado a residuos sólidos urbanos para facilitar la separación de materiales, reducir el peso del residuo y acondicionar la fracción orgánica para tratamientos posteriores.

Limpulación

- Hidrólisis continua del residuo.
- Desestructuración y acondicionamiento del material

Parámetros indicados

- Recuperación de materiales: >70 %.
- Recuperación de biomasa: >90 %.
- Tiempo de proceso: aproximadamente 30 minutos.
- Capacidad: 5 t/h por reactor.
- Superficie necesaria: aproximadamente 2.000 m² por línea.
- Reducción del peso del residuo: 30 %.
- Incremento de producción de biogás: >30 %.

Características de la solución

- Modular.
- Escalable.
- Comercializada en modalidad de renting.
- Permite tratamiento de diferentes residuos.
- Acelera la degradación biológica de la biomasa.
- Eliminación de patógenos.
- Reducción de olores desagradables.

URBASER

Tecnología: Reciclaje químico de residuos plásticos mediante pirólisis

Descripción de la tecnología: Proceso termoquímico aplicado principalmente a plástico film procedente de residuos urbanos, mediante una combinación de pirólisis, reformado y destilación para la obtención de combustibles líquidos.

Materia prima

Plástico film procedente del RSU

Etapas principales

1. Fusión
2. Pirólisis
   - Reactor de pirólisis.
   - Obtención de productos gaseosos y líquidos.
3. Reformado catalítico
4. Destilación
   - Separación de diferentes fracciones de producto.

Esquema de proceso

Plástico film → Fusión → Pirólisis → Reformado catalítico → Destilación → Gasolina + diesel

Tecnologías complementarias

Urbaser presenta también el proyecto Circular Biocarbon, orientado a la producción de productos intermedios y finales de valor añadido

Productos asociados a Circular Biocarbon

- ✓ $BioCH_4$
- ✓ CO_2
- ✓ Matriz orgánica rica en C y P
- ✓ Bioestimulantes
- ✓ Microalgas
- ✓ Sales de amonio
- ✓ Estruvita
- ✓ AGV
- ✓ PHA

Productos finales potenciales

- Biopolímeros.
- Biofertilizantes.
- Recubrimientos.
- Grafeno verde.

WASTE TO ENERGY

Tecnología: Gasificación de biomasa, CSR y residuos para producción de syngas

Descripción de la tecnología: Proceso de gasificación de combustibles sólidos y residuos para producir gas de síntesis (syngas) destinado a generación energética, aplicaciones térmicas o producción de combustibles sintéticos.

Materias primas (entre otras):

- biomasa
- residuos agrícolas
- RDF
- lodos de depu. secos
- cama de aves
- rechazo
- virutas de madera
- madera de demolición
- CSR
- harinas de carne y huesos
- plásticos
- bioestabilizado
- biosecado.

Aplicaciones del Syngas:

- ✓ Electricidad.
- ✓ Cogeneración.
- ✓ Vapor.
- ✓ Aceite térmico.
- ✓ Calor industrial.
- ✓ Hornos
- ✓ SNG.
- ✓ Hidrógeno.
- ✓ Metanol.
- ✓ Combustibles sintéticos.

Soluciones tecnológicas

- **SynTH**: generación de vapor para planta
- **SynTK**: Aplicación en industria cementera; requiere combustible con bajo contenido en cloro y PCI elevado
- **SynTX**: Producción de H_2 y combustibles sintéticos.

VALORIZA

Tecnología: Tratamiento térmico de rechazos y producción de CSR

Descripción de la tecnología: Tratamiento térmico aplicado al rechazo de plantas de residuos para reducir su humedad, producir energía térmica y obtener un Combustible Sólido Recuperado de calidad para su utilización industrial.

Instalación de referencia: **Ecoparque de Cáceres**

Objetivos del proceso

- Obtención de CSR de calidad.
- Reducción de la humedad del rechazo destinado a vertedero.
- Recuperación de energía térmica.
- Reducción del rechazo final3. Reformado catalítico

Esquema de proceso

Rechazo de planta → Horno / tratamiento térmico → Recuperación de calor → Secado térmico → CSR + rechazo acondicionado

Resultados indicados

- Rechazo final por debajo del 10 %.
- Recuperación global superior al 51 %.

Resultados indicados

Valoriza está desarrollando además una planta de reciclaje químico mediante pirólisis en Jerez de la Frontera, prevista para 2026, destinada al tratamiento de plásticos recuperados

UNIVERSIDAD DE VALENCIA – UNIDAD MIXTA UV-UPV

Tecnología: Valorización de digestato y residuos orgánicos mediante combinación de tecnologías

Descripción de la tecnología: Propuesta de valorización de residuos orgánicos y digestatos mediante la combinación de diferentes procesos, seleccionados en función de las características de la corriente a tratar y del producto final que se pretenda obtener..

Principales tecnologías

Carbonización hidrotermal (HTC)

- Tratamiento de la fracción sólida y húmeda del digestato.
- No requiere secado previo.
- Menor consumo energético que la pirólisis.
- Obtención de hidrochar.

Cristalización

- Tratamiento de la fracción líquida del digestato rica en fósforo.
- Recuperación de nutrientes.
- Obtención de estruvita, utilizable como fertilizante de liberación lenta.

Microalgas

- Tratamiento de corrientes líquidas.
- Posibilidad de aprovechar corrientes cargadas de CO_2.
- Obtención de biomasa algal y agua tratada.

Fermentación alcohólica

- Aplicable a residuos con elevado contenido en azúcares.
- Requiere pretratamiento para liberar los azúcares.
- Fermentación y posterior destilación.
- Obtención de bioetanol.

Tecnologías emergentes asociadas

- Electrodiálisis.
- Tecnologías de membrana.
- Fermentación anaerobia de cultivos mixtos.

GREYPARROT

Tecnología: Inteligencia artificial para caracterización y monitorización en tiempo real de residuos

Descripción de la tecnología: Sistema de visión artificial e inteligencia artificial para identificar y monitorizar en tiempo real los residuos que circulan por las líneas de tratamiento, generando información de proceso para optimizar la recuperación y la operación de las plantas.

Componentes principales

Greyparrot analyzer

- Cámaras RGB.
- Captura de imágenes en vivo.

Greyparrot AI

- Identificación de objetos presentes en cada imagen.
- Clasificación del material en tiempo real.

Greyparrot Analyzer Portal

- Visualización de datos.
- Paneles de control.
- Análisis histórico y operativo.

Greyparrot Sync

- Integración de datos con equipos y sistemas externos.
- Conexión con PLC, robots, sensores NIR y otros equipos.

Información generada

- ✓ Composición de flujo
- ✓ Tipo de material
- ✓ Masa estimada
- ✓ Caudal
- ✓ Evolución histórica
- ✓ Productividad
- ✓ Pureza de las fracciones
- ✓ Pérdida y desviaciones

Aplicación

La tecnología permite utilizar los datos obtenidos para:

- optimización de la línea;
- control de productividad;
- mantenimiento preventivo;
- identificación de pérdidas;
- control de saturación o infrautilización;
- evaluación del rendimiento de los equipos.

ACTECO

Tecnología: Tratamiento integral de plásticos mediante reciclaje mecánico y químico

Descripción de la tecnología: Solución integrada para el tratamiento y valorización de residuos plásticos procedentes principalmente de residuos urbanos, combinando clasificación, lavado, acondicionamiento, reciclaje mecánico y reciclaje químico.

Instalación de referencia: Planta de reciclado de plásticos de Almansa

Capacidad prevista: 55.500 t/año

Parcela: 13.000 m²

Líneas de proceso

Línea 1 — Clasificación de residuos mixtos

- Tratamiento de flujos procedentes de la fracción resto.
- Separación mediante inteligencia artificial.

Línea 2 — Tratamiento de plástico film

- Tratamiento de plásticos ligeros.
- Preparación para reciclaje mecánico y químico

Línea 3 — Tratamiento de plásticos domésticos

- Lavado.
- Desodorización.
- Eliminación de compuestos volátiles.
- Adecuación de poliolefinas.

Línea 4 — Reciclaje químico

- Tratamiento de plásticos no reciclables mecánicamente

Información generada

Residuos plásticos → Clasificación → Lavado/acondicionamiento → Reciclaje mecánico y/o químico → Nuevas materias primas

Tecnología complementaria

ACTECO presenta también una línea de reciclaje textil para residuos postindustriales y postconsumo, con clasificación mediante visión artificial y separación hacia reciclaje textil, reciclaje plástico, CSR y trituración.

VILASECA CONSULTORS

Tecnología: Valorización del CO_2 de la fracción resto

Descripción de la tecnología: Captura y valorización del CO_2 generado en procesos asociados al tratamiento de la fracción resto, mediante su transformación en productos de valor añadido.

Principales rutas tecnológicas

1. Producción de metanol

- Conversión del CO_2 en metanol.
- Tecnología madura.
- Producto de fácil transporte.

2. Producción de metano sintético

- Conversión del CO_2 en metano.
- Posibilidad de inyección directa en infraestructuras existentes.

3. Mineralización

- Fijación del CO_2 en materiales.
- Aplicable a proyectos de gran escala.
- Secuestro permanente y seguro del carbono.

Productos obtenibles: Metanol; Metano sintético; Bicarbonato sódico; Materiales mineralizados; Otros productos derivados del carbono capturado.

Requisitos técnicos principales

- Eliminación de contaminantes del gas.
- Protección de los catalizadores frente a compuestos que puedan desactivarlos.
- Consumo energético asociado al proceso de captura.
- Integración de la captura con la etapa posterior de conversión.

Horizonte tecnológico

- Corto plazo: mineralización.
- Medio plazo: metano.
- Largo plazo: e-fuels mediante hidrógeno

CSIC – Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR)

Tecnología: Carbonización hidrotermal (HTC) de residuos orgánicos húmedos

Descripción de la tecnología: Proceso termoquímico en presencia de agua para transformar residuos orgánicos húmedos en un material sólido rico en carbono denominado hidrocarbón o hydrochar.

Materiales de entrada

- Fracción orgánica de residuos municipales.
- Lodos de depuradora.
- Biorresiduos.
- Fracción sólida y húmeda del digestato

Condiciones de proceso

- Temperatura: 180–250 °C.
- Alta presión.
- Tiempo de reacción: del orden de horas.
- No requiere secado previo del residuo.

Productos obtenidos con Tratamiento HTC

- Hidrocarbón (50–80 %) + fase líquida + gas

Aplicaciones del hidrocarbón

- Energía.
- Combustible sólido.
- Materiales.
- Sustitución parcial de cemento.
- Hormigones sostenibles.
- Adsorbentes.
- Recuperación de nutrientes.
- Aplicaciones en pavimentos de baja carga, mampostería y otros usos no estructurales.

Característica tecnológica principal

- Corto plazo: mineralización.
- Medio plazo: metano.
- Largo plazo: e-fuels mediante hidrógeno

CSIC – Instituto de Carboquímica (ICB)

Tecnología: Gasificación de CSR para la obtención de productos y combustibles bajos en carbono

Descripción de la tecnología: Conversión termoquímica de CSR y otros residuos en gas de síntesis (syngas), que posteriormente puede acondicionarse y utilizarse para producir energía, combustibles o productos químicos.

Etapas principales

1. Pretratamiento del residuo

- Preparación del combustible para adecuarlo al proceso de gasificación.

2. Gasificación

- Conversión termoquímica del residuo.
- Producción de syngas.

3. Limpieza y acondicionamiento del syngas

- El gas puede contener: partículas; alquitranes; cloro; azufre; nitrógeno; otros contaminantes.
- Su eliminación es necesaria para evitar: corrosión; ensuciamiento; desactivación de catalizadores

Productos y aplicaciones del syngas: Según el grado de limpieza y acondicionamiento: energía; combustibles sintéticos; SNG; metanol; hidrógeno; productos químicos.

Cuanto mayor es el valor añadido del producto final, mayor es la calidad requerida del Syngas.

Parámetros tecnológicos determinantes

- Características del residuo.
- Tipo de reactor.
- Escala de la instalación.
- Calidad requerida del syngas.
- Sistema de limpieza.
- Producto final previsto.

La tecnología se configura como una integración de residuo + reactor + limpieza del gas + producto final.

ANARPLA

Representación sectorial: Selección y reciclaje de residuos plásticos contenidos en la fracción resto

Descripción de la propuesta: Recuperación de residuos plásticos presentes en la fracción resto mediante tecnologías de selección y reciclaje ya disponibles e implantadas industrialmente.

Según ANARPLA, el reciclaje de estos materiales es técnicamente viable y existe capacidad instalada suficiente para incrementar su recuperación.

Materiales de entrada

- Residuos plásticos contenidos en la fracción resto.
- Flujos plásticos recuperables mediante sistemas de selección.
- Materiales susceptibles de incorporación posterior a procesos de reciclaje.

Esquema de proceso

Fracción resto → Selección y separación de plásticos → Acondicionamiento → Reciclaje → Material plástico reciclado → Incorporación a nuevos productos

Situación de la capacidad de reciclaje: Se señala una capacidad ociosa aproximada del 31 % en la industria del reciclaje de plásticos

La distribución presentada es:

- 55,8 %: residuo plástico español.
- 12,9 %: residuo plástico importado.
- 31,3 %: capacidad ociosa

Elementos técnicos determinantes

- Disponibilidad de flujos adecuados de residuos plásticos.
- Separación y clasificación previa.
- Calidad del material recuperado.
- Conexión entre el residuo recuperado y el mercado final.
- Utilización efectiva del material reciclado como materia prima secundaria

Producto obtenido

Material plástico reciclado, destinado a sustituir total o parcialmente materias primas plásticas vírgenes en nuevos procesos productivos.

akademia fórum INNOTECH

Un proyecto de:

fundación fórum ambiental

Con la colaboración de:

ESGREM
ENTES SUPRAMUNICIPALES PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES

Con los apoyos de:

GOLD

acteco · ecoembes · FCC Medio Ambiente · GBI PAPREC · prezero · urbaser · VALORIZA · VEOLIA

SILVER

GRINO · sorain · STADLER · THERMOWASTE technology for circular economy · VILASECA · WtEnergy

COPPER

acciona · ECONWARD · Eggersmann Recycling Technology · FICHTNER · GREENERTIS · Greenpact · greyparrot · PICVISA · REPSOL · ROS ROCA · TOMRA