



JORNADA:

**CLAVES PARA LA MEJORA DE LA RECUPERACIÓN Y  
RECHAZO DE LA GESTIÓN DE ENVASES**



**Recuperación: Combustibles alternativos a partir de los rechazos**

Palma de Mallorca, 9 de octubre de 2014

# ÍNDICE

Punto de partida. Búsqueda de combustibles alternativos

Combustibles : CDR, CSR y Combustible líquido

CSR: Proyecto proCSR

Proyecto Upgrading - SRF

Combustible líquido: Proyecto Plastic to Oil

Conclusiones

# ÍNDICE

Punto de partida. Búsqueda de combustibles alternativos

Combustibles : CDR, CSR y Combustible líquido

CSR: Proyecto proCSR

Proyecto Upgrading - SRF

Combustible líquido: Proyecto Plastic to Oil

Conclusiones

## UE Jerarquía de residuos

Prevención, reutilización

Reciclado

Valorización

Eliminación

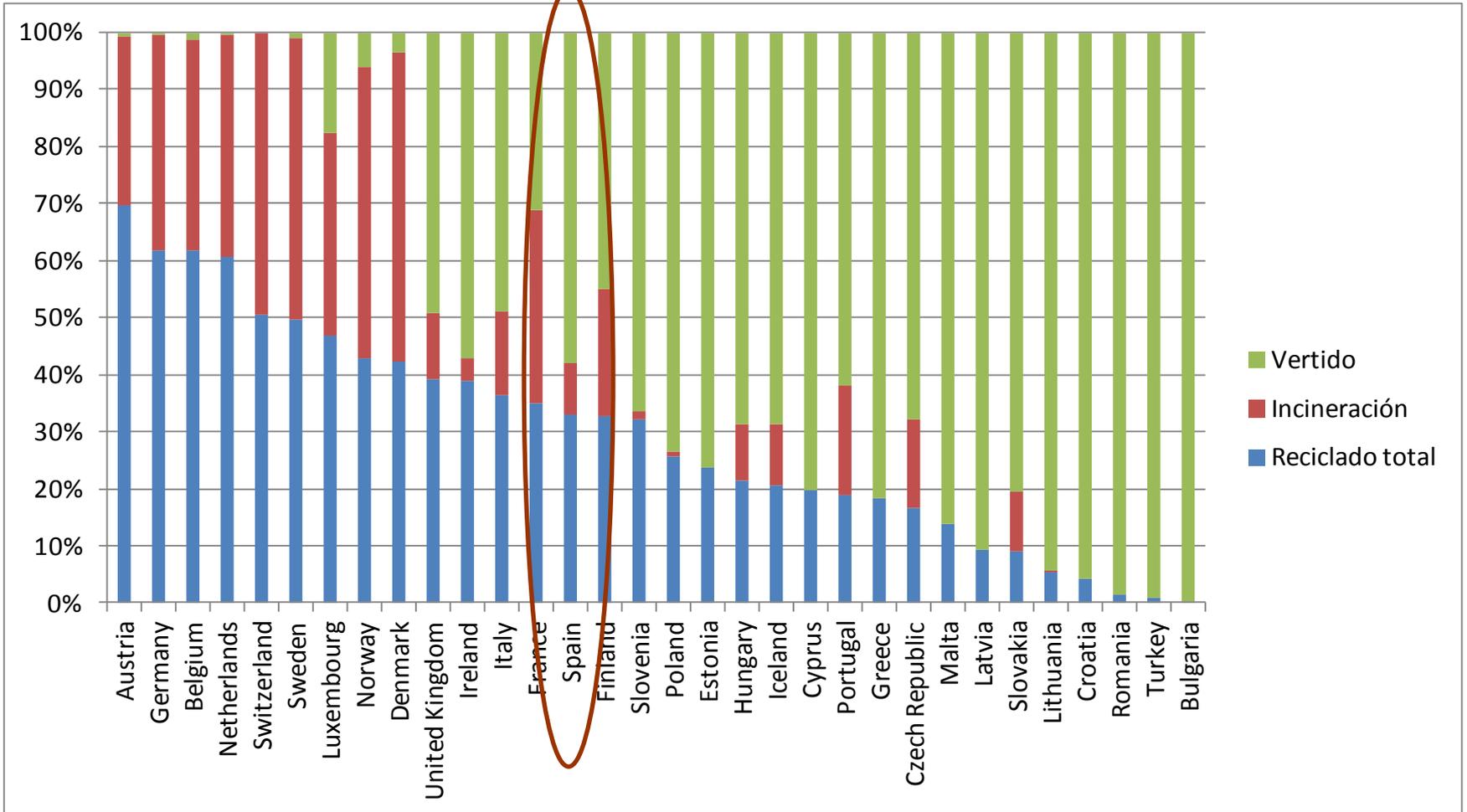
**España 2011**  
**21,9 Mt residuos**  
**municipales (\*)**  
2,2 Mt plásticos (\*\*)

**VERTEDERO**  
**14,8 Mt (67%) (\*)**  
**1,2 Mt plásticos (54%) (\*\*)**

(\*)Fuente: "Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en España, 2012", MAGRAMA

(\*\*) Fuente: Plastics Europe

## Situación en Europa Gestión de los residuos



Sistemas de tratamiento 2010 (fuente: Eurostat)

## OPCIONES

- ❖ Políticas de reducción de residuos
- ❖ Políticas para aumentar tasas de reciclado
- ❖ Aumento de valorización de rechazos



# ÍNDICE

Punto de partida. Búsqueda de combustibles alternativos

Combustibles : CDR, CSR y Combustible líquido

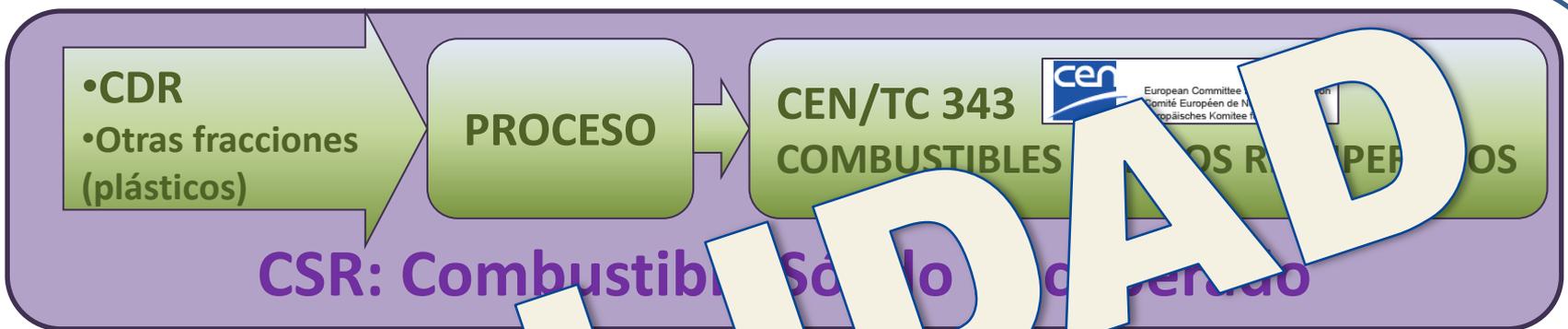
CSR: Proyecto proCSR

Proyecto Upgrading - SRF

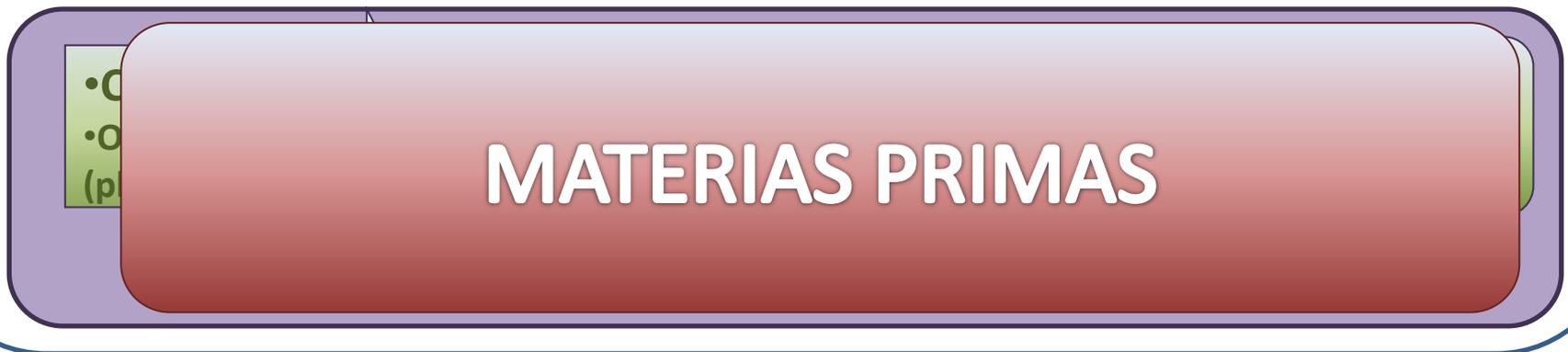
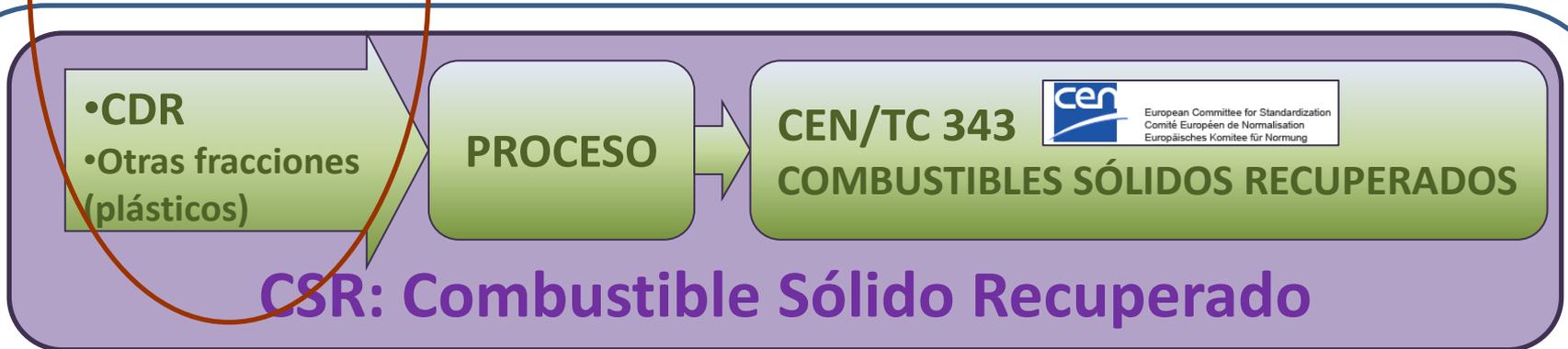
Combustible líquido: Proyecto Plastic to Oil

Conclusiones

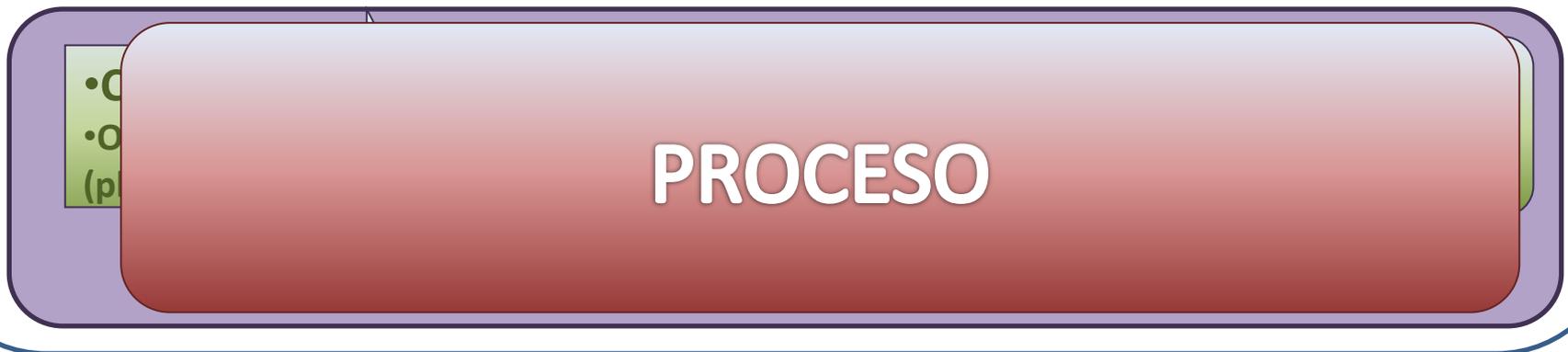
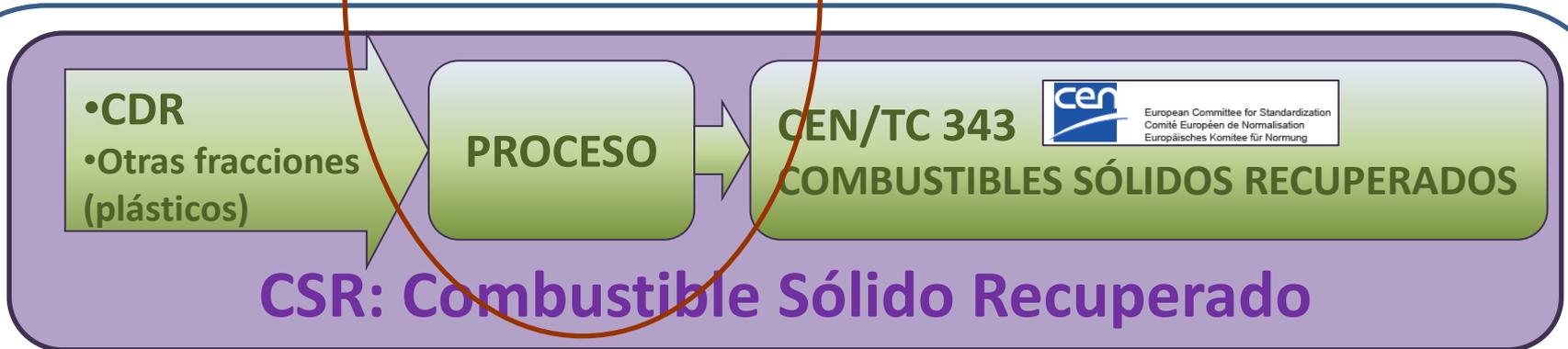
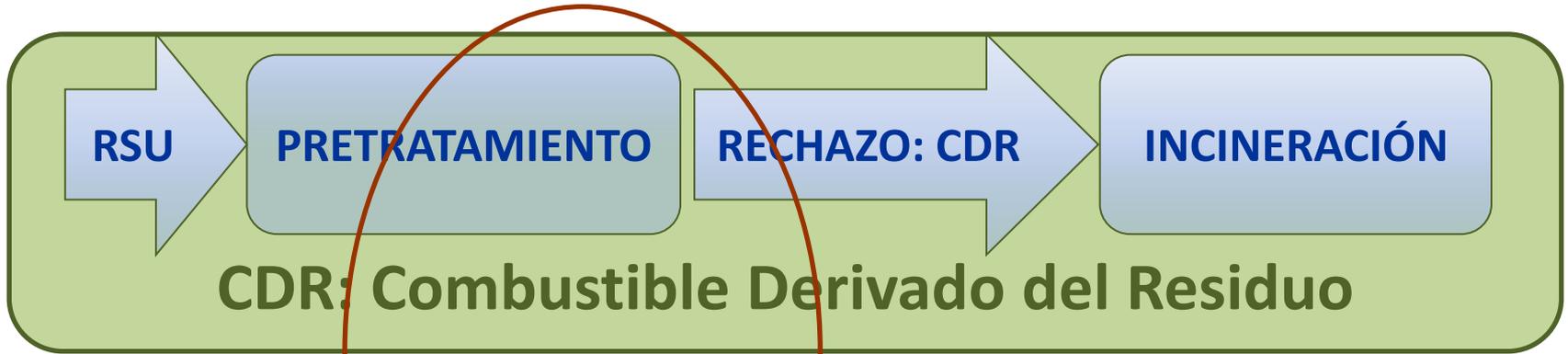
# Combustibles a partir de residuos



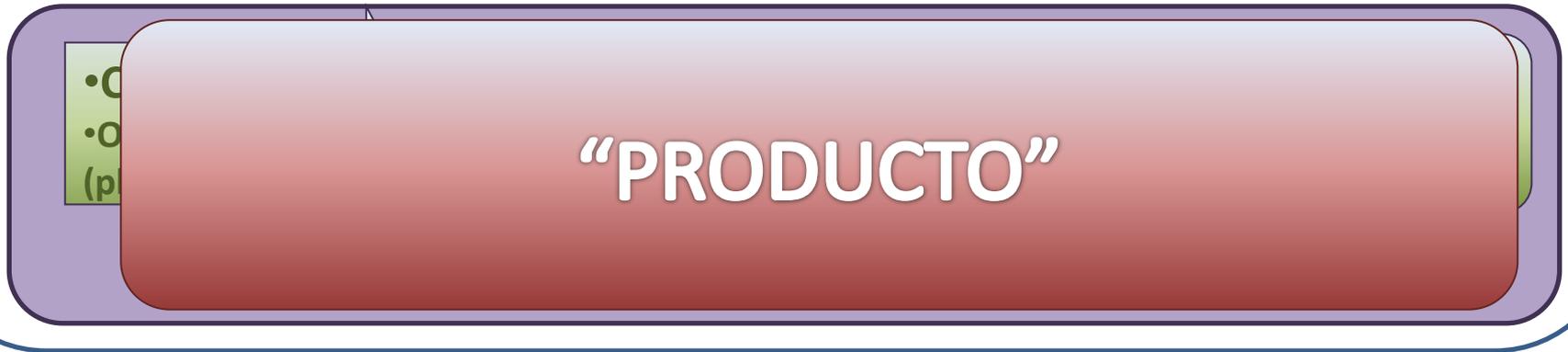
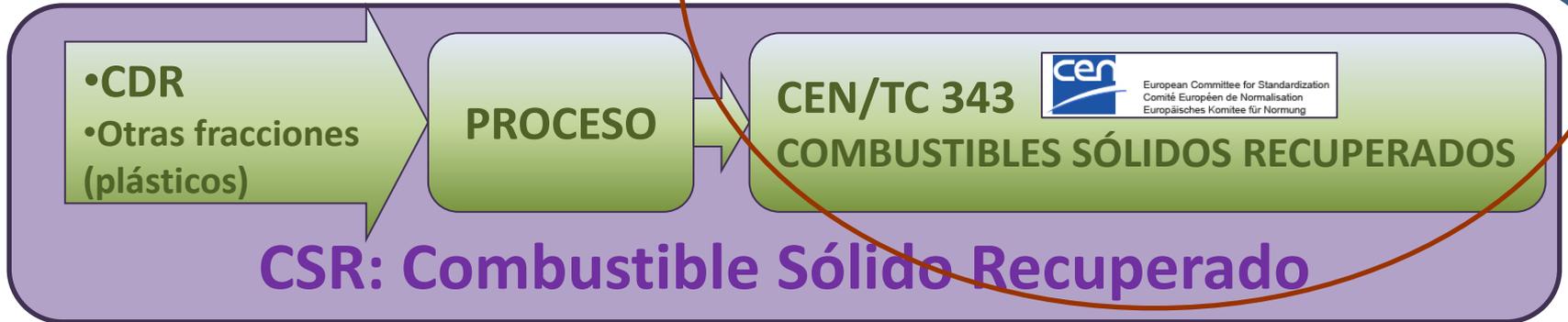
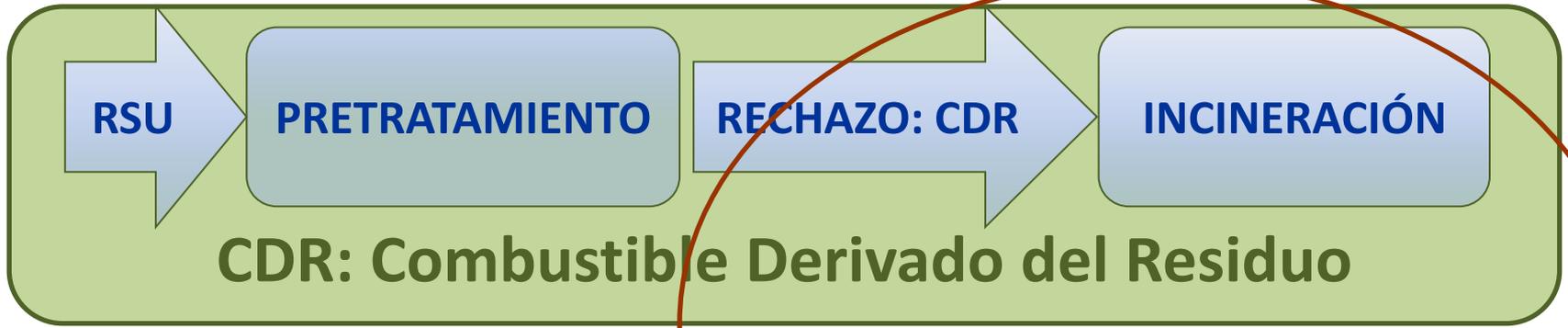
# Combustibles a partir de residuos



# Combustibles a partir de residuos



# Combustibles a partir de residuos



# ÍNDICE

Punto de partida. Búsqueda de combustibles alternativos

Combustibles : CDR, CSR y Combustible líquido

**CSR:** Proyecto proCSR

Proyecto Upgrading - SRF

Combustible líquido: Proyecto Plastic to Oil

Conclusiones

32 Normas, informes técnicos y especificaciones técnicas en desarrollo

## TERMINOLOGÍA Y DEFINICIONES, ESPECIFICACIONES Y CLASES

Table 1 — Classification system for solid recovered fuels

Classification characteristic	Statistical measure	Unit	Classes				
			1	2	3	4	5
Net calorific value (NCV)	Mean	MJ/kg (ar)	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Classification characteristic	Statistical measure	Unit	Classes				
			1	2	3	4	5
Chlorine (Cl)	Mean	% (d)	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3
Classification characteristic	Statistical measure	Unit	Classes				
			1	2	3	4	5
Mercury (Hg)	Median	mg/MJ (ar)	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,50
	80 <sup>th</sup> percentile	mg/MJ (ar)	≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,30	≤ 1,00



European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung

## **CEN/TC 343**

# **COMBUSTIBLES SÓLIDOS RECUPERADOS**

**32 Normas, informes técnicos y especificaciones técnicas en desarrollo**

## **MÉTODOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD**

- **Métodos de muestreo: Toma de muestras, manejo y preparación**
- **Métodos de análisis físico- químicos**
- **Determinación de biomasa**



European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung

**CEN/TC 343**

**COMBUSTIBLES SÓLIDOS RECUPERADOS**

**32 Normas, informes técnicos y especificaciones técnicas en desarrollo**

## **SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD**

**Aplicación a la producción de CSR**



European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung

## CEN/TC 343

# COMBUSTIBLES SÓLIDOS RECUPERADOS

32 Normas, informes técnicos y especificaciones técnicas en desarrollo

Terminología y  
definiciones

Métodos de análisis  
de calidad

# MERCADO

## SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD

Aplicación a la producción de CSR

# ÍNDICE

Punto de partida. Búsqueda de combustibles alternativos

Combustibles : CDR, CSR y Combustible líquido

**CSR: Proyecto proCSR**

Proyecto Upgrading - SRF

Combustible líquido: Proyecto Plastic to Oil

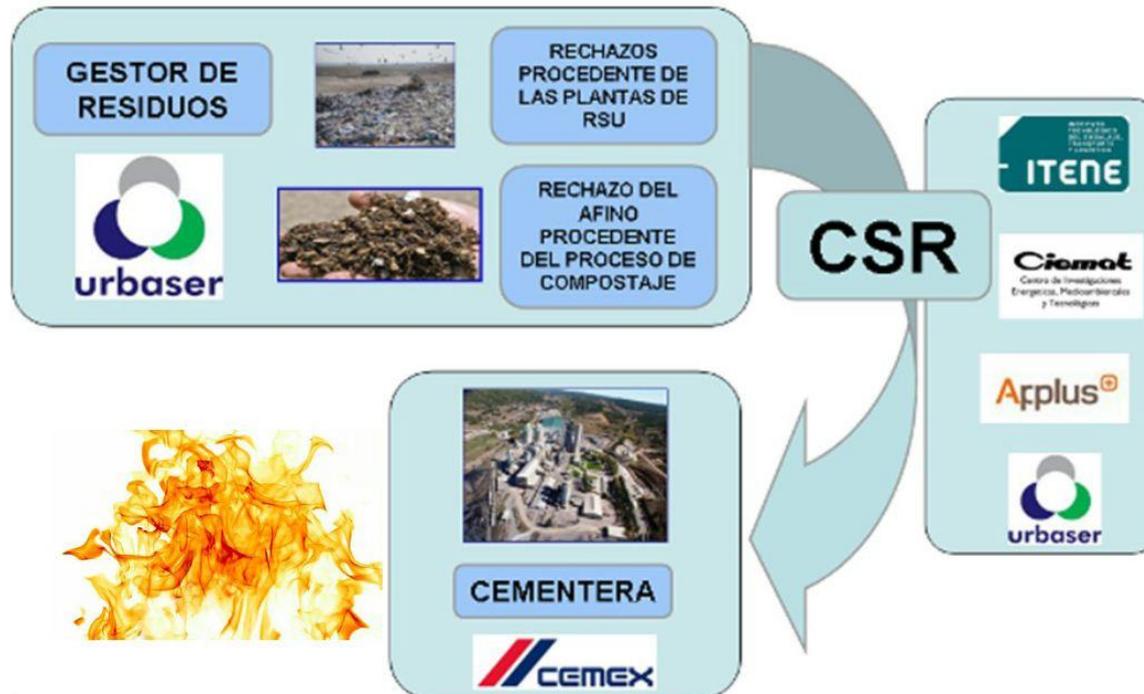
Conclusiones

## **“Procesos avanzados de tratamiento de residuos para la obtención de Combustible Sólido Recuperado”**

## OBJETIVO: OBTENCIÓN DE CSR A PARTIR DE RECHAZOS



- ❑ Presupuesto: 1.574.817€
- ❑ Duración: 2011-2013
- ❑ Consorcio



**MATERIA PRIMA  
RECHAZOS**

- Rechazo de las líneas de tratamiento de residuos urbanos
- Fracción bioestabilizada
- Mix de distintos flujos de una planta de tratamiento de residuos urbanos
- Residuos industriales no peligrosos

- ✓ **CONTROL DE CALIDAD (base: CEN/TC 343)**
  - Protocolos de muestreo
  - Métodos analíticos
  - Representatividad de resultados (heterogeneidad RSU)
- ✓ **ELECCIÓN DE FLUJOS: Volumen, calidad.**
- ✓ **DETECCIÓN DE PARÁMETROS SOBRE LOS QUE ACTUAR**
  - Búsqueda del proceso óptimo

**MATERIA PRIMA  
RECHAZOS**

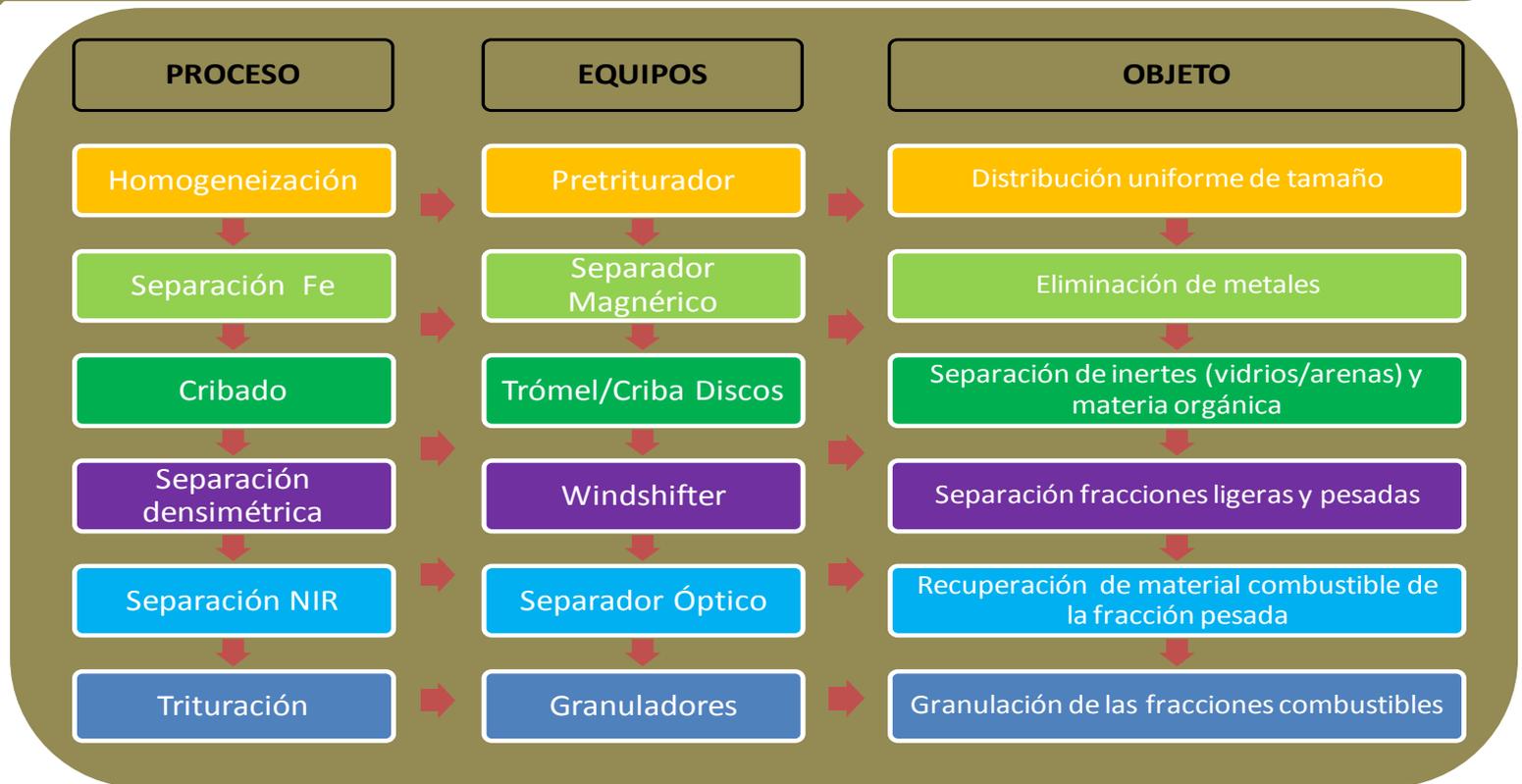
- Rechazo de las líneas de tratamiento de residuos urbanos
- Fracción bioestabilizada
- Mix de distintos flujos de una planta de tratamiento de residuos urbanos
- Residuos industriales no peligrosos

**PROCESO**

- Clave: Heterogeneidad del material
- Definición del proceso en función de calidad de materia prima y requerimientos del usuario final

## PROCESO

- Clave: Heterogeneidad del material
- Definición del proceso en función de calidad de materia prima y requerimientos del usuario final



Posibles unidades adicionales en función de características del material de partida y de requerimientos finales

## MATERIA PRIMA RECHAZOS

- Rechazo de las líneas de tratamiento de residuos urbanos
- Fracción bioestabilizada
- Mix de distintos flujos de una planta de tratamiento de residuos urbanos
- Residuos industriales no peligrosos

## PROCESO

- Clave: Heterogeneidad del material
- Definición del proceso en función de calidad de materia prima y requerimientos del usuario final

## USOS

- Usos potenciales
- Uso en cementeras: Cemex

## USOS

- Usos potenciales
- Uso en cementeras: Cemex

- ✓ **CONTROL DE CALIDAD (CEN/TC 343) y GARANTÍAS: PCI, CI, Hg, ...**
- ✓ **ANÁLISIS DE POTENCIALES USOS**
- ✓ **ANÁLISIS ACV, IMPACTO AMBIENTAL: Cementera, Incineración, Central térmica**
- ✓ **FIN DE CONDICIÓN DE RESIDUO**
- ✓ **USO EN CEMENTERAS: CEMEX**
  - **Alto consumidor energético**
  - **Usuario de CSR en la actualidad (permisos ambientales, gestor de residuos...)**

## CONCLUSIONES

- ❖ Se deben aplicar procedimientos de caracterización de residuos con suficiente representatividad.
- ❖ Fin de condición de residuo – Dudoso por el momento.
- ❖ Viabilidad económica:
  - Planta de CSR.
  - Usuarios:
    - Cementeras: Cada vez menor actividad
    - Otros: Mercado por desarrollar, tanto por cuestiones técnicas como económicas y ambientales.
- ❖ Futuro: No perder de vista legislación ambiental, FCR, evolución de mercado de combustibles.

# ÍNDICE

Punto de partida. Búsqueda de combustibles alternativos

Combustibles : CDR, CSR y Combustible líquido

**CSR:** Proyecto proCSR

**Proyecto Upgrading - SRF**

Combustible líquido: Proyecto Plastic to Oil

Conclusiones

**“Valorización de residuos para la obtención de combustible de alto poder calorífico destinado a nuevos mercados”**

# PROYECTO Upgrading-SRF

**OBJETIVO: OBTENCIÓN DE UN NUEVO TIPO DE CSR A PARTIR DE RECHAZOS**



- Financiación: 887.744€
- Duración: 3 años
- Consorcio:



**PRÜDESA**



**POLITÉCNICA**

- Con mayor poder calorífico
- Con menor contenido en humedad
- Con alta densidad
- Con propiedades hidrófugas
- En distintas formas

## MATERIA PRIMA

- Rechazo de las líneas de tratamiento de residuos urbanos
- Fracción bioestabilizada
- Mix de distintos flujos de una planta de tratamiento de residuos urbanos
- Residuos industriales no peligrosos

## PROCESO

- Etapa de acondicionamiento previo sólo para algunos flujos
- Desarrollo de un proceso de homogeneización del material reduciendo humedad
- Proceso posterior de adecuación de forma y tamaño a consumidor final

## PROPIEDADES MEJORADAS

- Alto poder calorífico e hidrófugo
- Alta densidad
- Fácilmente almacenable y estable en formato de briquetas
- Para consumo en calderas si condición fin de residuo

## RESULTADOS OBTENIDOS EN 2014

- ❖ El proceso de homogeneización requiere un tratamiento previo.
- ❖ La intensidad de éste dependerá de la variabilidad en la composición y las propiedades físicas del flujo original
- ❖ La eficiencia energética del proceso sigue siendo el reto más importante.
- ❖ El proceso de homogeneización, aunque prometedor, debe ser optimizado.
- ❖ La mejora de las propiedades físicas puede no ser suficiente para obtener la condición de fin de residuo.



# ÍNDICE

Punto de partida. Búsqueda de combustibles alternativos

Combustibles : CDR, CSR y Combustible líquido

CSR: Proyecto proCSR

Proyecto Upgrading - SRF

**Combustible líquido: Proyecto Plastic to Oil**

Conclusiones

MATERIA PRIMA  
RECHAZOS

- Rechazos de materiales plásticos no recuperables.

✓ **ELECCIÓN DE FLUJOS: Film, Mix...**

- Volumen.
- Calidad: Poliolefinas.

✓ **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN: Caracterización macroscópica y fisicoquímica.**

**Factores clave:**

- Factores limitantes:
  - Componentes a eliminar: Cl, PET, etc.
  - Componentes “indeseables”: inertes, humedad, etc.
- Heterogeneidad : Puede condicionar la continuidad del proceso y la homogeneidad en la calidad del producto.

Evitar  
reciclables

**MATERIA PRIMA  
RECHAZOS**

- Rechazos de materiales plásticos no recuperables.

**PROCESO**

- Heterogeneidad del material:
  - Continuidad del proceso.
  - Flexibilidad de operación.
- Calidad del producto

## PROCESO

- Heterogeneidad del material:
  - Continuidad del proceso.
  - Flexibilidad de operación.
- Calidad del producto

✓ **CRAQUEO/ PIRÓLISIS: 300 °C - 600 °C**

✓ **CRAQUEO CATALÍTICO**

▪ **Ventaja: Selectividad -> Calidad del producto**

▪ **Inconvenientes:**

- ❑ **Riesgo de envenenamiento por impurezas**
- ❑ **Aumenta la complejidad del proceso**

COSTE

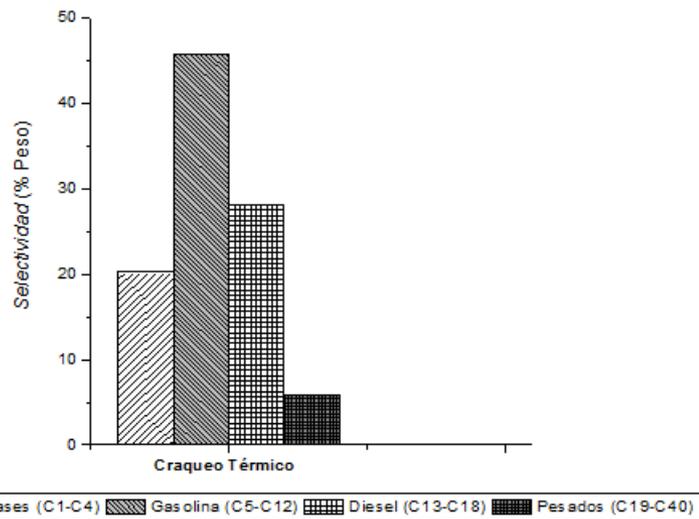
✓ **CRAQUEO + HIDRORREFORMADO CATALÍTICO: PATENTE.  
PROYECTO PLASTIC TO OIL.**

## PROCESO

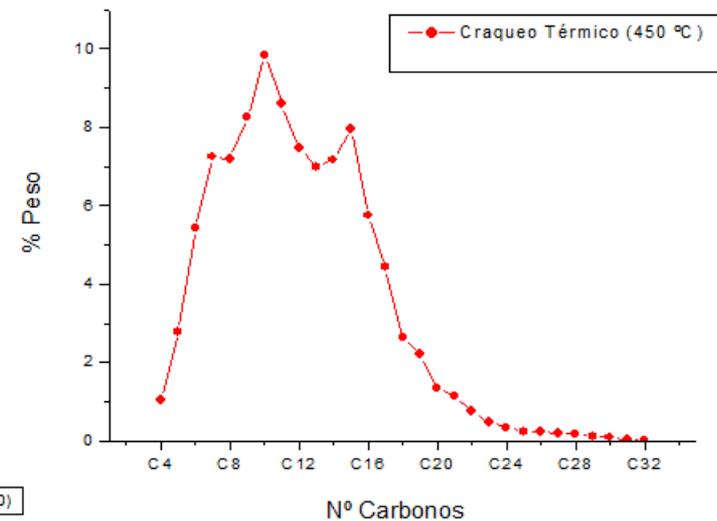
- Heterogeneidad del material:
- Continuidad del proceso.
- Flexibilidad de operación.
- Calidad del producto

## CRAQUEO/ PIRÓLISIS: 300 °C - 600 °C

**Selectividades según el balance de materia**



**Análisis del combustible líquido por cromatografía de gases**

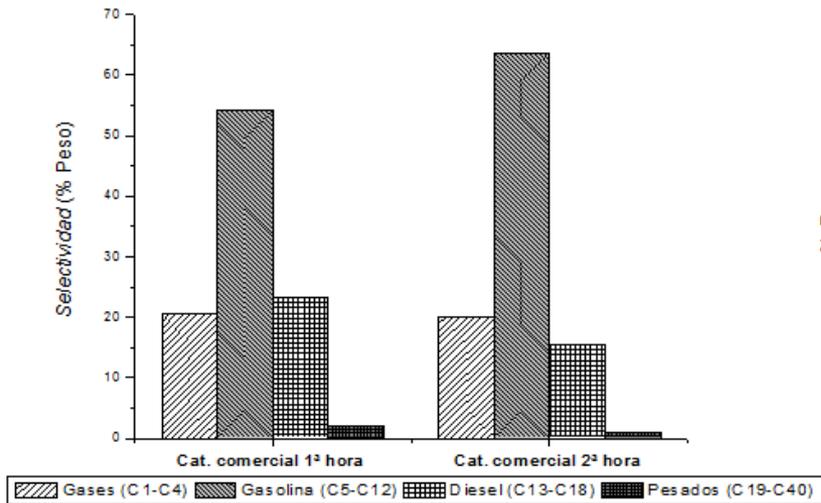


PROCESO

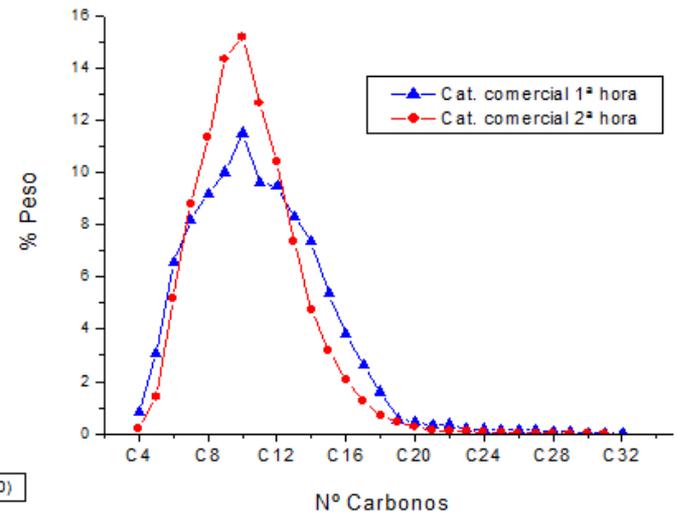
- Heterogeneidad del material:
- Continuidad del proceso.
- Flexibilidad de operación.
- Calidad del producto

## CRAQUEO + HIDRORREFORMADO CATALÍTICO:

Selectividades según el balance de materia



Análisis del combustible líquido por cromatografía de gases



## PROCESO

- Heterogeneidad del material:
- Continuidad del proceso.
- Flexibilidad de operación.
- Calidad del producto

### CRAQUEO + HIDRORREFORMADO CATALÍTICO:

- ❑ Calidad de materia prima alimentada
- ❑ Parámetros de proceso: P, T,  $t_{\text{residencia}}$
- ❑ Cantidad de catalizador
- ❑ Tipo de catalizador
- ❑ Escala

% CONVERSIÓN  
A LÍQUIDO

% GASOLINA-  
GASÓLEO:  
80%

ÍNDICE DE  
BROMO

RON

## MATERIA PRIMA RECHAZOS

- Rechazos de materiales plásticos no recuperables.

## PROCESO

- Heterogeneidad del material:
  - Continuidad del proceso.
  - Flexibilidad de operación.
- Calidad del producto

## USOS

- Uso en vehículos de automoción
- Uso en otros motores.

## USOS

- Uso en vehículos de automoción: Autoconsumo.
- Uso en otros motores.

### ✓ CONTROL DE CALIDAD: UNE/EN-590 ; UNE/EN-228

- Garantía de homogeneidad
- Garantía de cumplir especificaciones

¿CERTIFICACIÓN?

### ✓ FIN DE CONDICIÓN DE RESIDUO

### ✓ POSIBILIDAD DE MEZCLA CON COMBUSTIBLES COMERCIALES

### ✓ ANÁLISIS DE OTROS POTENCIALES USOS: Heavy oil

# MERCADO

# ÍNDICE

Punto de partida. Búsqueda de combustibles alternativos

Combustibles : CDR, CSR y Combustible líquido

CSR: Proyecto proCSR

Proyecto Upgrading - SRF

Combustible líquido: Proyecto Plastic to Oil

**Conclusiones**

- ❖ **Flujos de materiales: Proximidad materia prima/ proceso/ uso.**
- ❖ **La heterogeneidad de material de partida condiciona el proceso y la calidad del producto final: Necesidad de pretratamiento.**
- ❖ **Es importante tener en cuenta los criterios de fin de condición de residuo.**
- ❖ **Viabilidad técnica/económica de producir combustibles alternativos.**  
**Competencia con costes de vertido y combustibles sustituidos.**
- ❖ **CSR: Proceso específico de cada rechazo.**
- ❖ **Las distintas opciones de valorización son opciones complementarias.**



JORNADA:

**CLAVES PARA LA MEJORA DE LA RECUPERACIÓN Y  
RECHAZO DE LA GESTIÓN DE ENVASES**



**MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

Palma de Mallorca, 9 de octubre de 2014