



Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Experiencia alemana en el aprovechamiento energético
de residuos municipales

Alvaro Zurita, GIZ

Taller “Tecnologías para la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático”
SRE, Ciudad de México
8 de febrero de 2016



Agenda

1. Gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en Alemania
2. Tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU en Alemania
 - *Digestión anaerobia*
 - *Procesos térmicos*
3. Áreas de oportunidad en México y el Programa EnRes

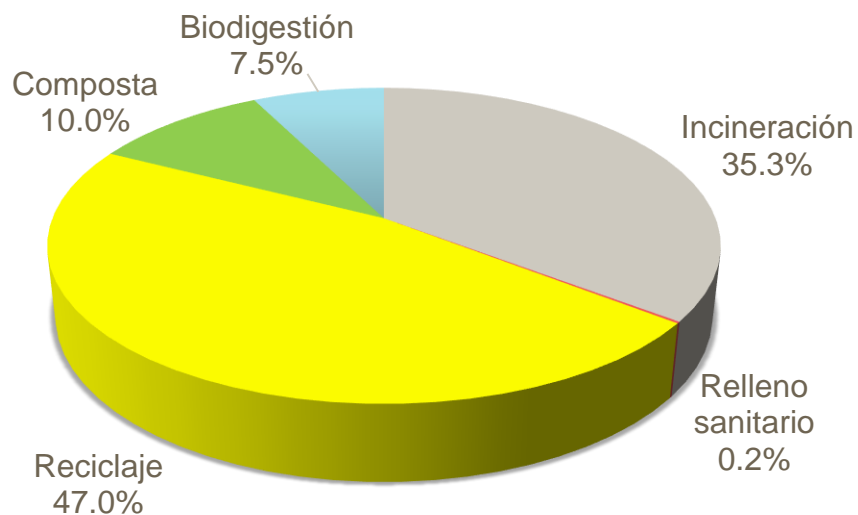


1. Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en Alemania



Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Alemania, 2013
(614 kg/año/persona)



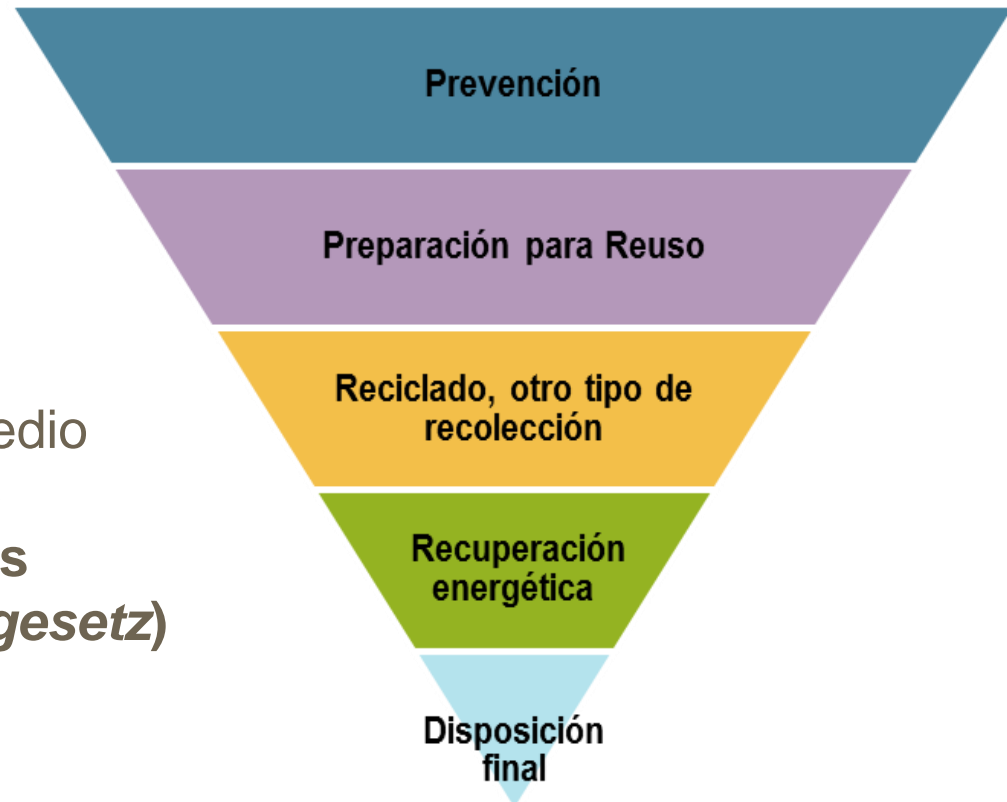
México, 2012
(361.4 kg/año/persona)





Política de gestión de los residuos en Alemania

- Jerarquía de manejo
- Directiva de la Unión Europea 2009/98/EC
- Implementada en la legislación alemana por el Ministerio de Medio Ambiente a través de la **Ley de Economía Circular y Residuos (KrWG - Kreislaufwirtschaftsgesetz)**





No siempre fue así...

- A partir de 1970 comienza la clausura de los tiraderos no controlados
- Fueron paulatinamente reemplazados por rellenos sanitarios con diseño ingenieril
 - Revestimientos de fondo y superficie
 - Recolección de gases y destrucción de metano
 - Recolección y tratamiento de lixiviados / recuperación de energía
- Operación de rellenos sanitarios **insostenible ambiental y económicamente**
- Clausura de último relleno sanitario en 2005

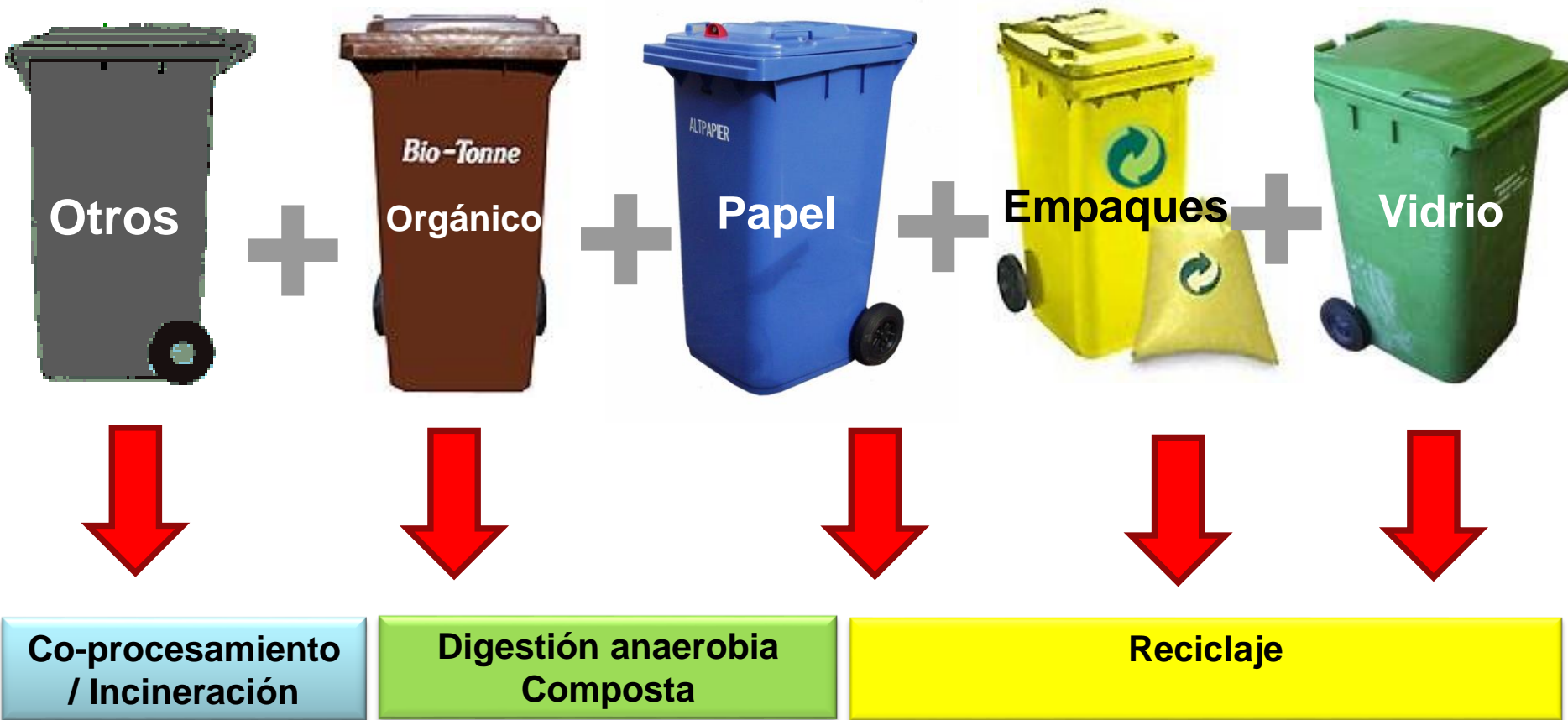




Experiencias aprendidas de los rellenos sanitarios (1970-2005)

- Reto: Control de lixiviados y gases (metano)
- Constantes **fallas en sistemas de control de lixivios** (No existe tecnología con fiabilidad a largo plazo)
- La colección y control del **biogás** no es eficiente (tasas de **recuperación máximas de 50%**)
- Los rellenos sanitarios son perjudiciales para las aguas subterráneas, el suministro de agua potable, la salud de los ciudadanos, el clima - y pueden crear sitios contaminados, además de desperdiciar recursos
- Costos excesivos de operación
- **Conclusión: El depósito de RSU en rellenos sanitarios no es sostenible**



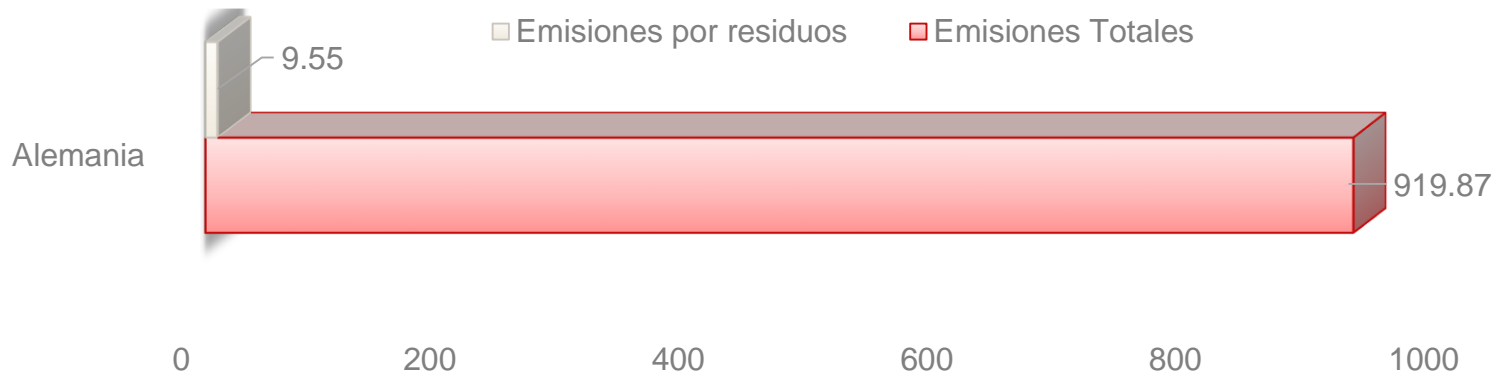




2. Tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU en Alemania



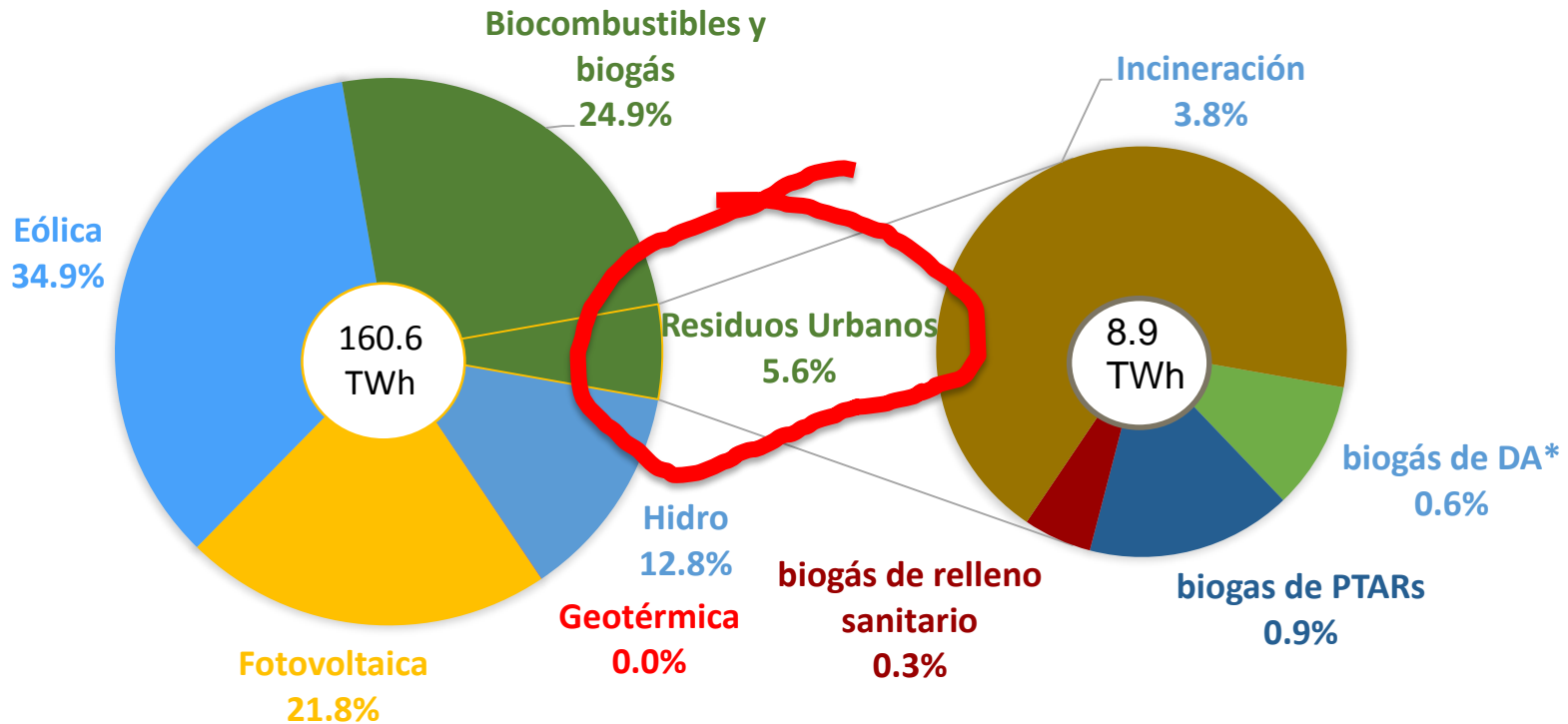
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 2012 (MtCO₂e)



Fuente: CAIT (2015)



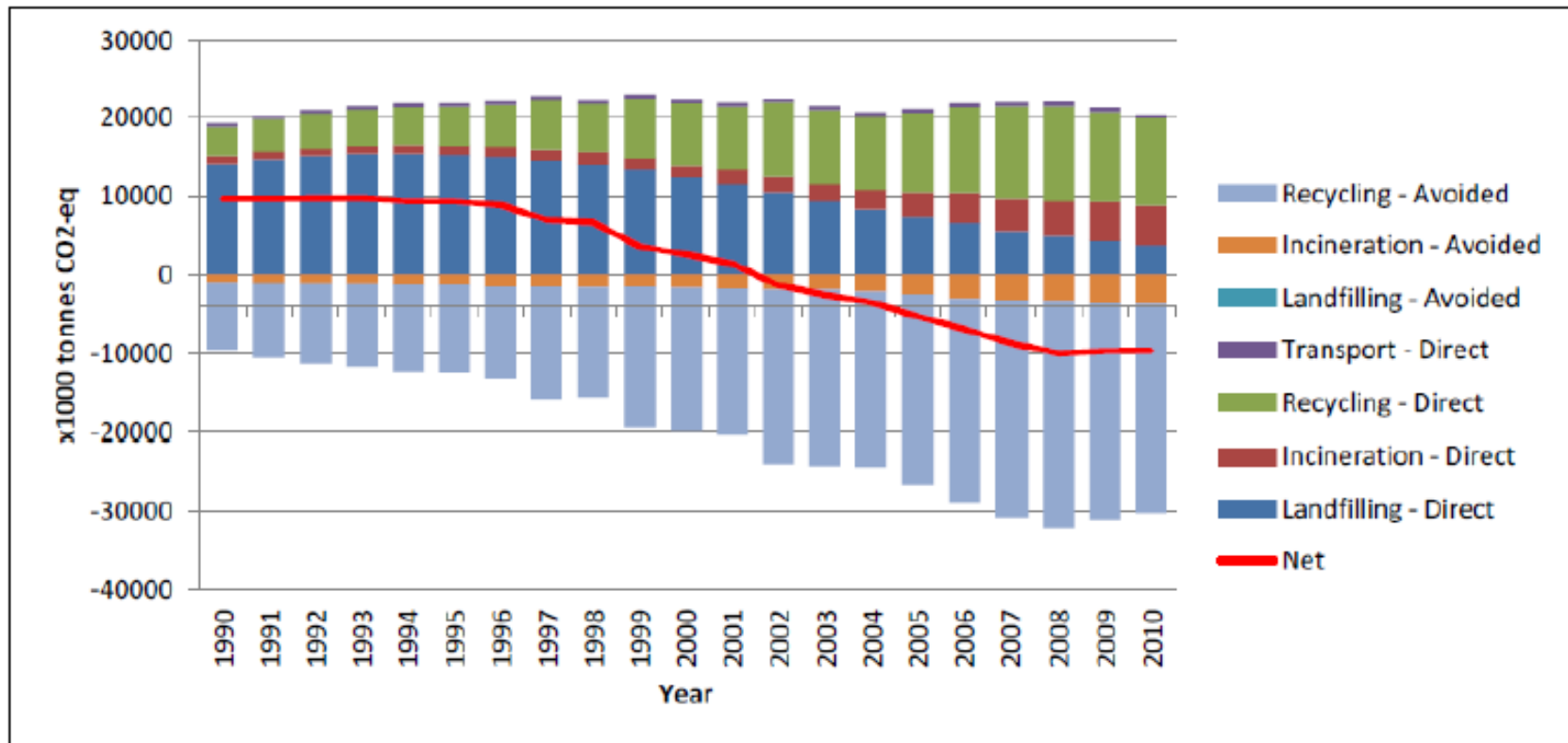
Contribución de los residuos urbanos a la energía renovable en Alemania en 2014 (TWh)



Fuente: BMWi (2015) y DBFZ (2010); *Estimación propia



Gestión integral de residuos reduce las emisiones



Fuente: European Environmental Agency 2010

Fuente: R.Craizer (2015)



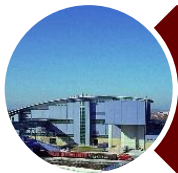
Tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU



Digestión anaerobia: Biogás



Co-Procesamiento



Incineración



Otras tecnologías térmicas: Gasificación,
Pirolisis, Plasma



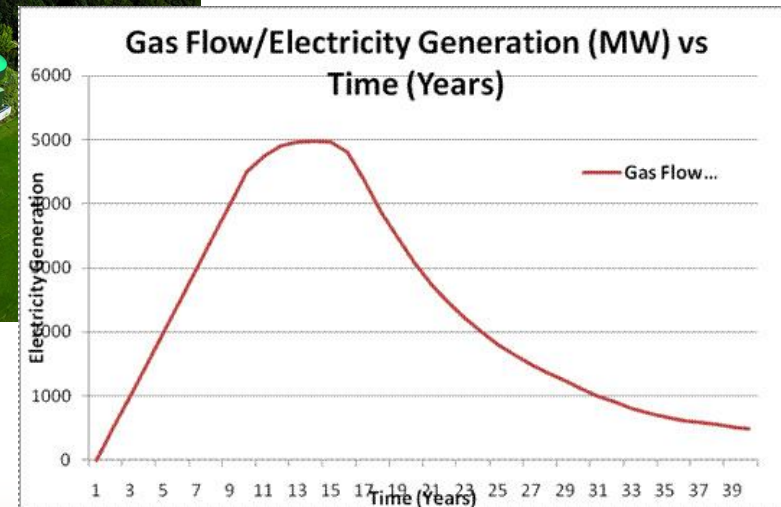
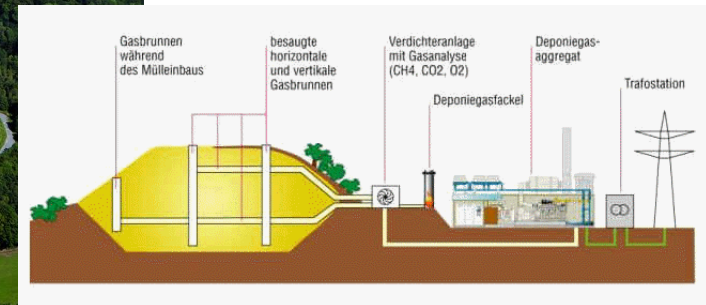
Tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU



Digestión anaerobia: Biogás

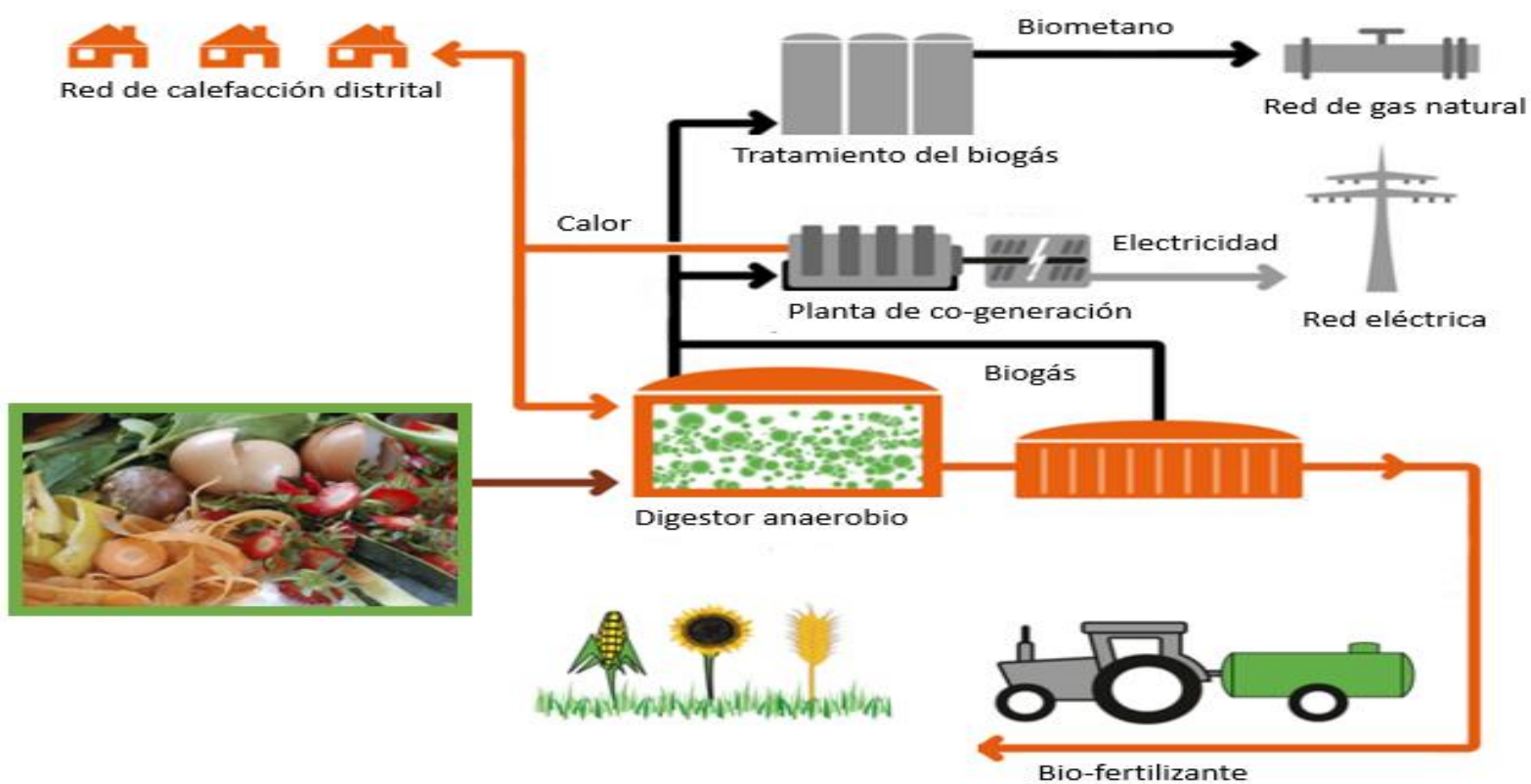


Biogás de rellenos sanitarios





Plantas de Biogás





DATOS – Plantas de biogás Alemania

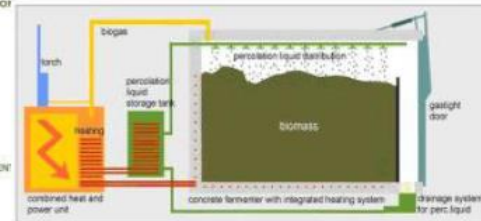
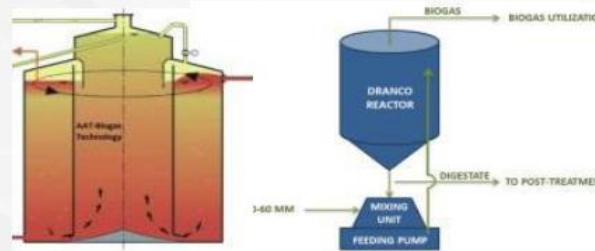
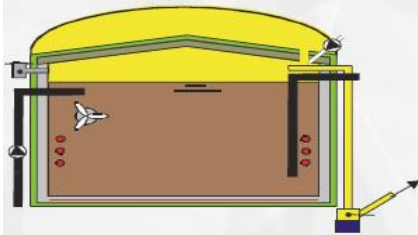
- Alemania es el mayor productor de biogás en Europa
- Principal instrumento: Ley de Fuentes de Energía Renovable (*EEG, Erneuerbare-Energien-Gesetz, 2012*)
 - El productor de energía de fuentes renovables recibe una tarifa fija preferencial su energía alimentada a la Red (**Feed-in tariffs**)
- La electricidad producida por digestión anaerobia de residuos orgánicos urbanos recibe un mayor **subsidio** que otro tipo de sustratos
- El país cuenta con 7,944 plantas de biogás, con una capacidad instalada de 3,586 MW al 2015
- De este total, **85 plantas de biogás** utilizan como insumo residuos urbanos exclusivamente
- Al año se procesan alrededor de **5.5 millones ton de residuos** orgánicos





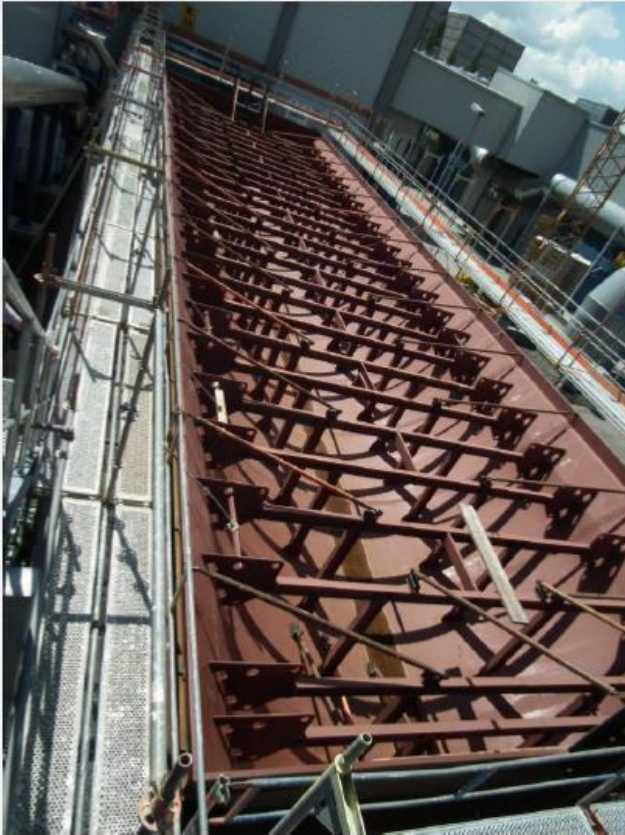
Tecnologías en uso en Alemania

Digestion humeda Reactor de mezcla completa	Digestión continua seca Reactor de tipo flujo pistón	Digestion seca batch Sistema de garaje
< 15 % dm	15 – 30 % dm	> 30 % dm
Termófila	Termófila	Termófila
Mesófila	Mesófila	Mesófila





Reactor tipo flujo de pistón - Augsburg



•Origen: Augsburg/Thöny



Sistema de Garage - München



Origin: *Bekon Energy Technologies GmbH & Co.,KG*



Planta de Deisslingen

- Inicio en 2005
- Participación exitosa de 3 autoridades locales; Rottweil, Schwarzwald-Baar-Kreis, y Tuttlingen en Baden-Wurtemberg
- Viable económicamente sólo con participación de **los 3 distritos**
- El biogás producido es convertido en electricidad en una planta de cogeneración y alimentada a la red.
- El calor producido por la planta de cogeneración es usado para secar lodos municipales
- Produce **5,700 MWh** al año
- Residuo producto de digestión (digestato) es vendido como un fertilizante de alta calidad a los agricultores de la región





Berlin, un caso ejemplar ...

Closed Cycles in Organic Waste Disposal





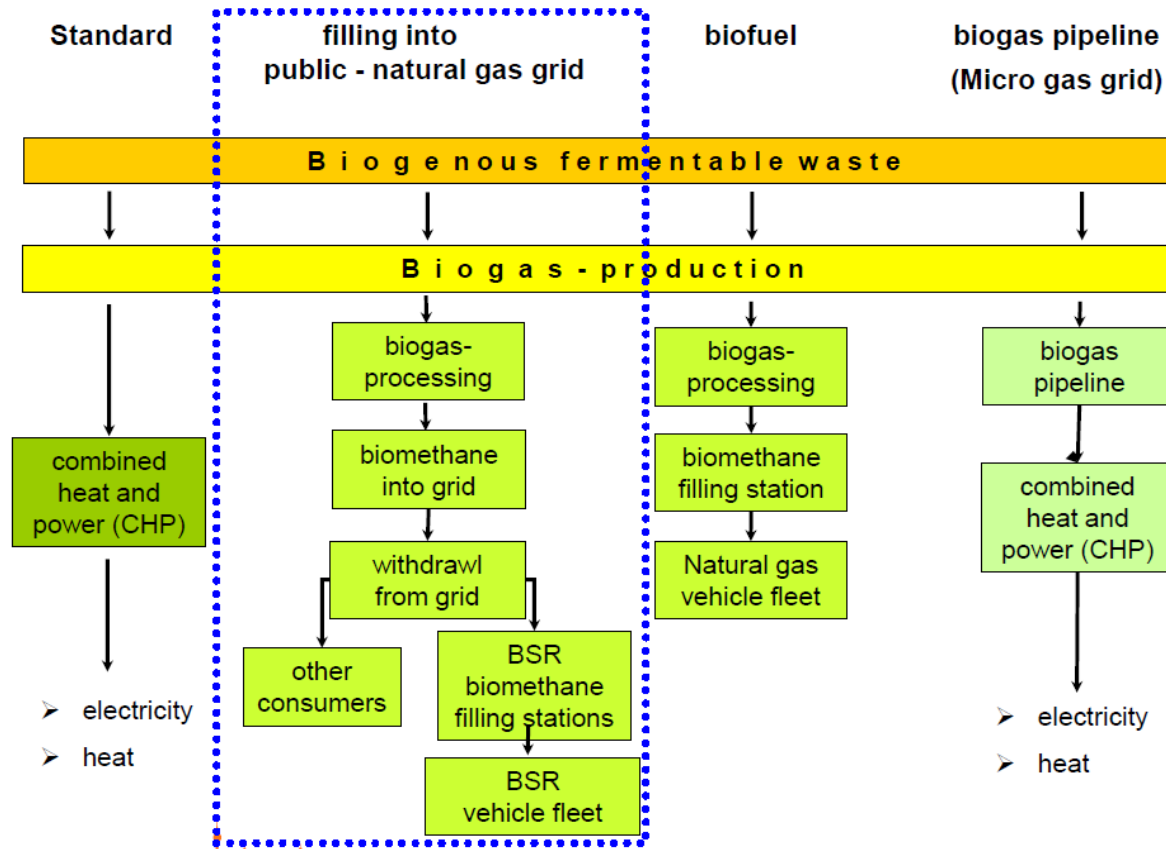
Berlin, un caso ejemplar



Input:	60,000 Mg/a biowaste from households
Area:	2.7 ha
Employees:	14
Exhaust air for odorization :	40,000 m ³ /h
Raw biogas production:	100 m ³ /Mg of Input, with Ø 57 % CH ₄
Raw biogas – annual production:	~ 6,000,000 m ³ /a
BioMethane – production:	~ 3,000,000 m ³ /a
Net energy production :	~ 29 million kWh
Diesel substitution:	~ 2.5 million litres
CO ₂ – reduction potential :	~ 9,000 Mg CO ₂ (diesel substitute plus c-sequestration)
Output solid aerated fermentation residue:	19,000 Mg/a
Output liquid digestate :	30,000 Mg/a



Possibilities to use biogas



-> 150 vehículos recolectan 60% de la basura en Berlin, sin emisiones extra de CO2



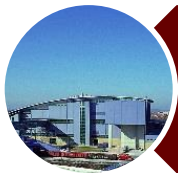
Tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU



Digestión anaerobia: Biogás



Co-Procesamiento



Incineración



Otras tecnologías térmicas: Gasificación,
Pirolisis, Plasma



Tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU



Co-Procesamiento

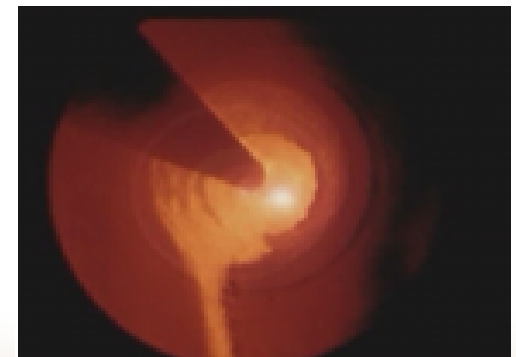


¿Qué es el Co-procesamiento?

- Uso de materiales de desecho adecuados en los procesos de fabricación con el propósito de recuperar energía y recursos y reducir en consecuencia el uso de combustibles y materias primas convencionales mediante su sustitución (PNUMA)/Convención de Basilea

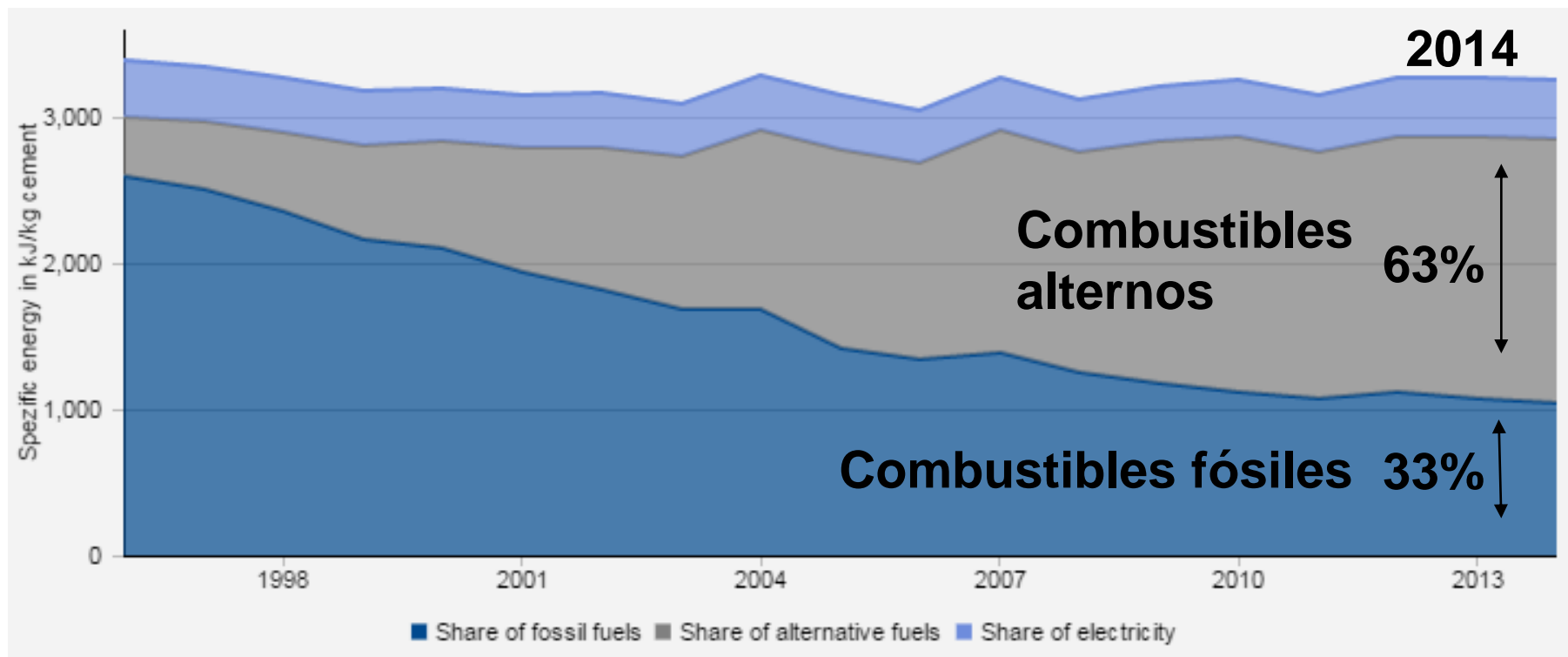
... en otras palabras ...

- Sustitución de combustibles fósiles por materiales de desecho, denominados combustibles alternos (neumáticos usados , aceites usados, piezas de basura comercial y residencial, así como restos de madera, disolventes, etc.)
- La industria cementera enfrenta retos para ser sostenible:
 - **1 ton de cemento - 100 kg de combustible fósil y entre 0.5 y 0.9 ton de CO₂**





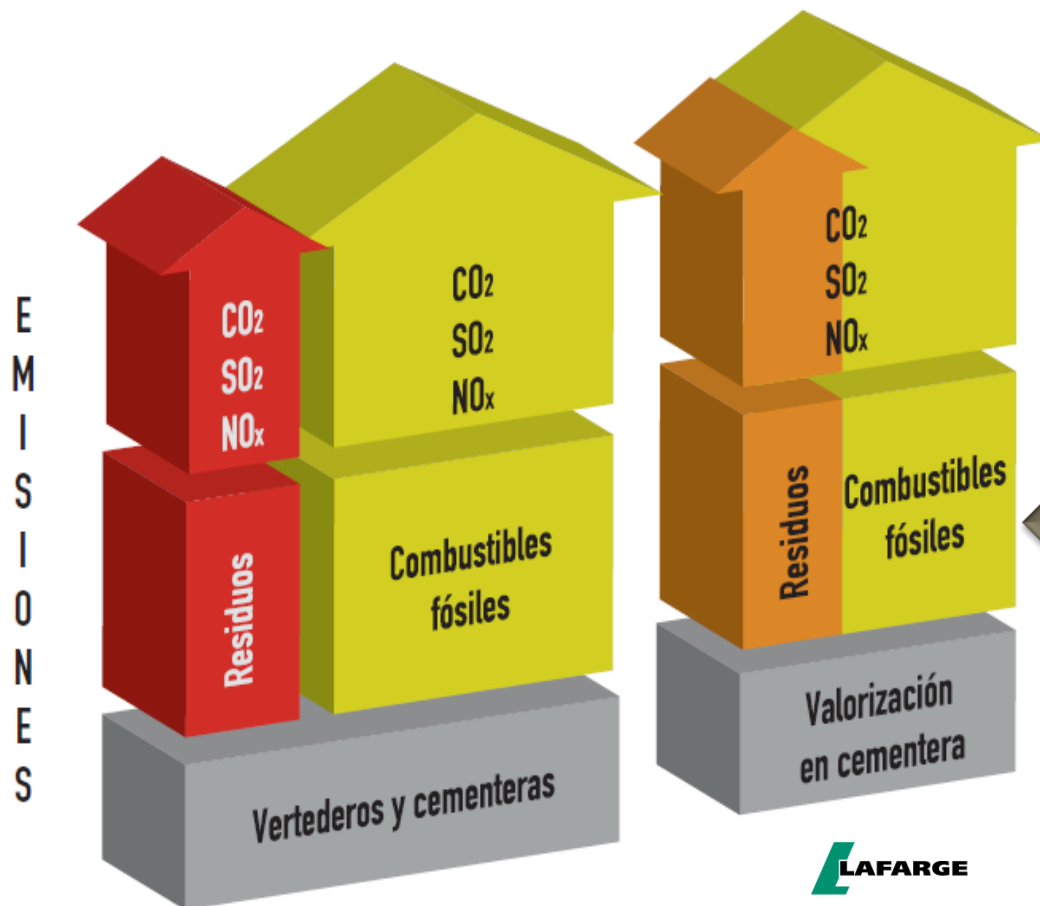
Sustitución por combustibles alternos en la industria cementera en Alemania



Energía específica para producción de cemento (kJ/Kg)



Disminución de emisiones

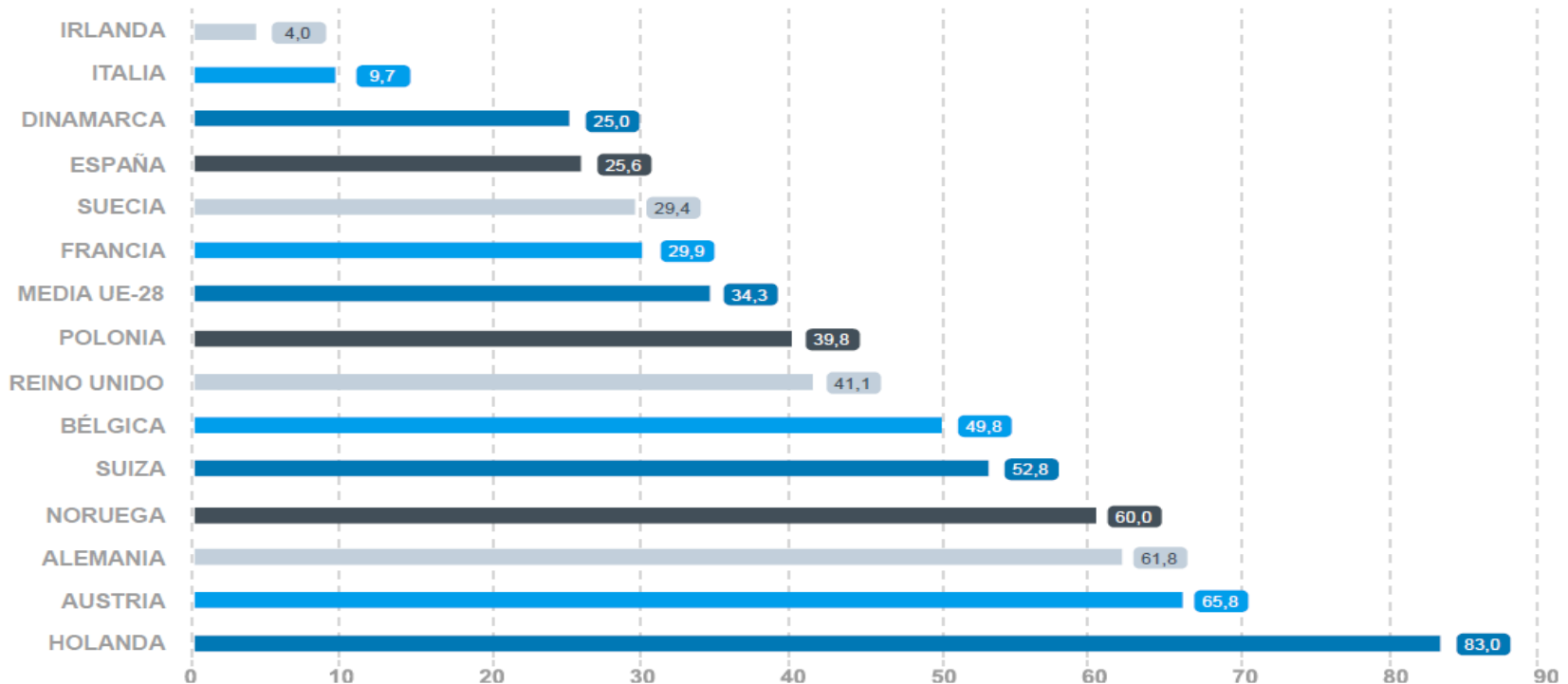


Uso de residuos (la fracción biogénica) en lugar de combustibles fósiles reduce las emisiones



Sustitución de combustibles fósiles - Unión Europea

Tasas de sustitución térmica 2013



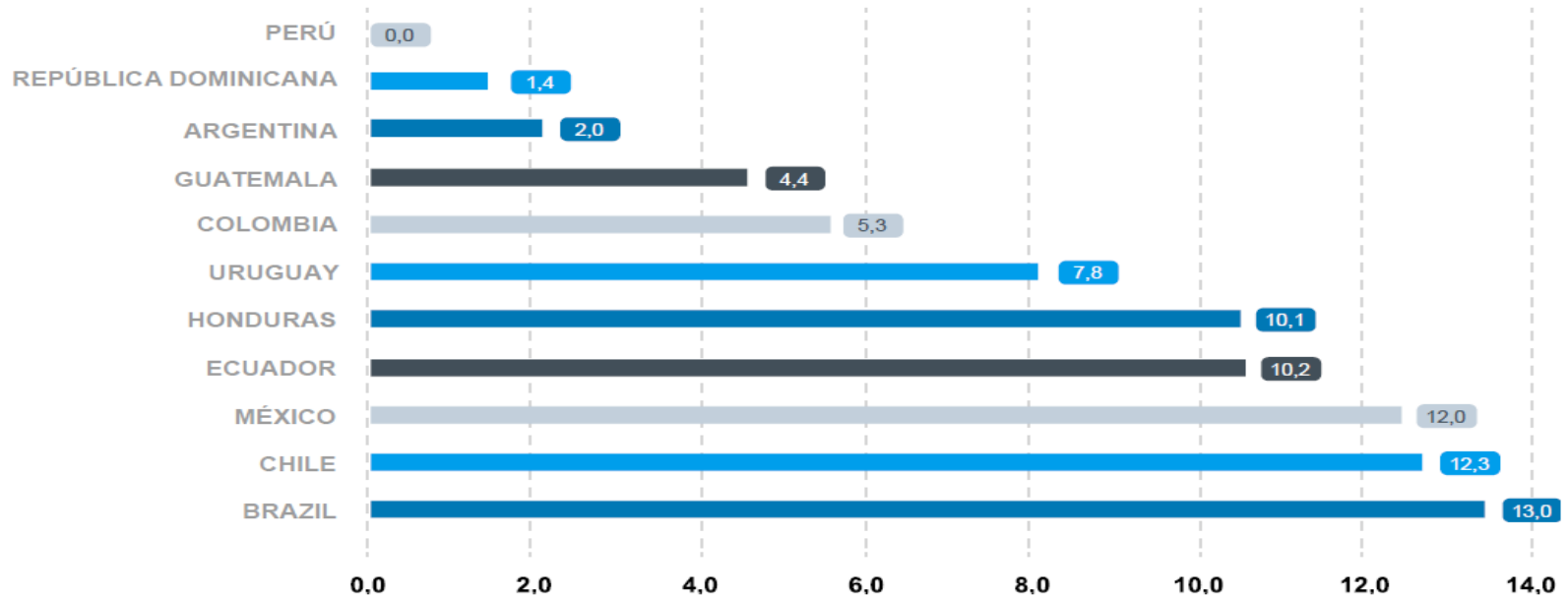
Fuente: Jensen (2015)

Fuente: Oficemen - España



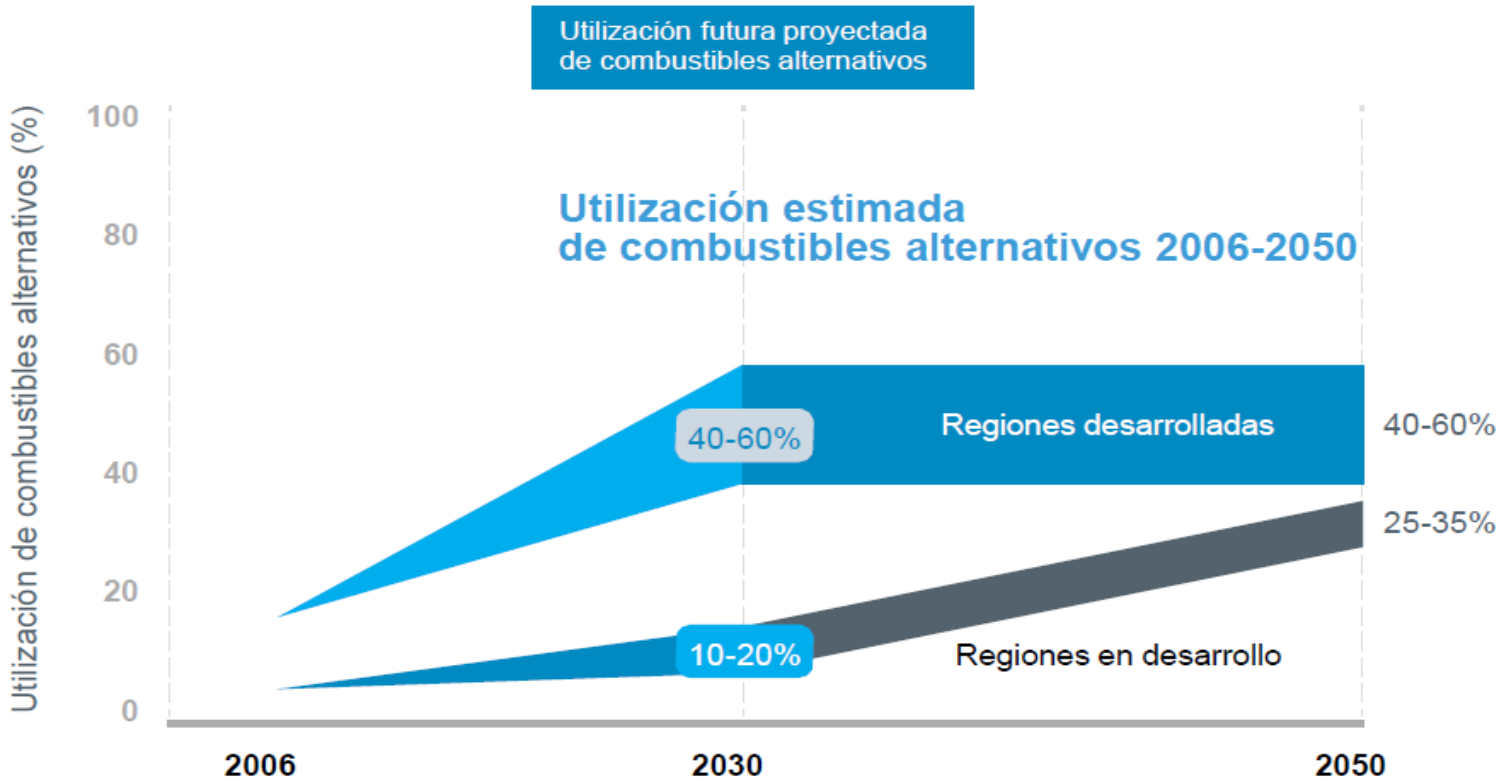
Sustitución de combustibles fósiles – América Latina

Tasas de sustitución térmica 2013



Fuente: Jensen (2015)

Fuente: Ficem

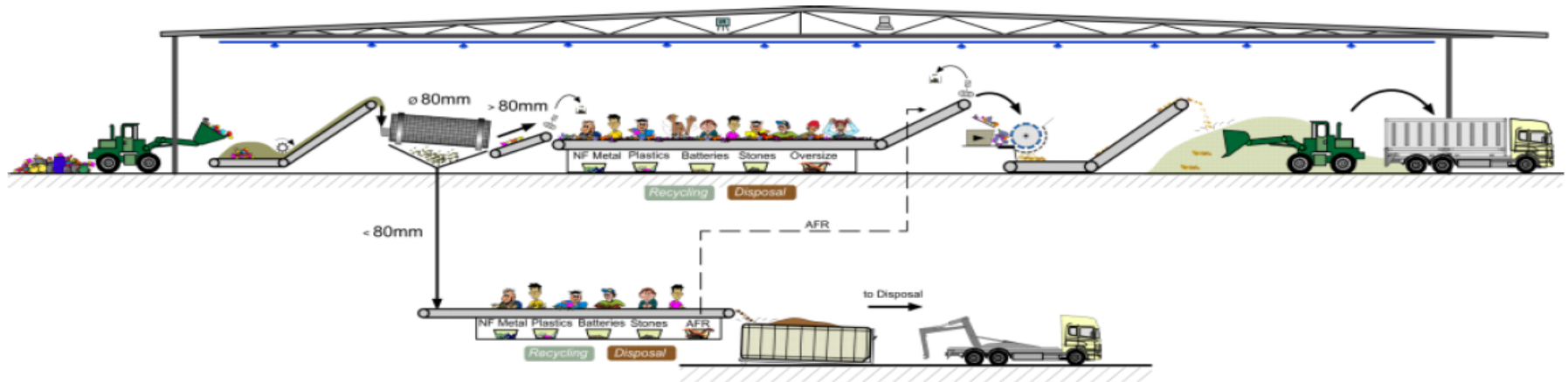


Fuente: ECRA Technology papers (2009) cifras Gettin the Numbers Right (WBCSD), IEA (2009)

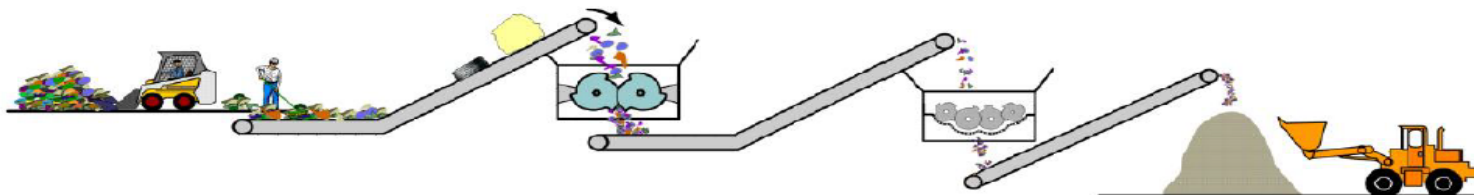
Fuente: Jensen (2015)



Inversiones necesarias para pre-proceso



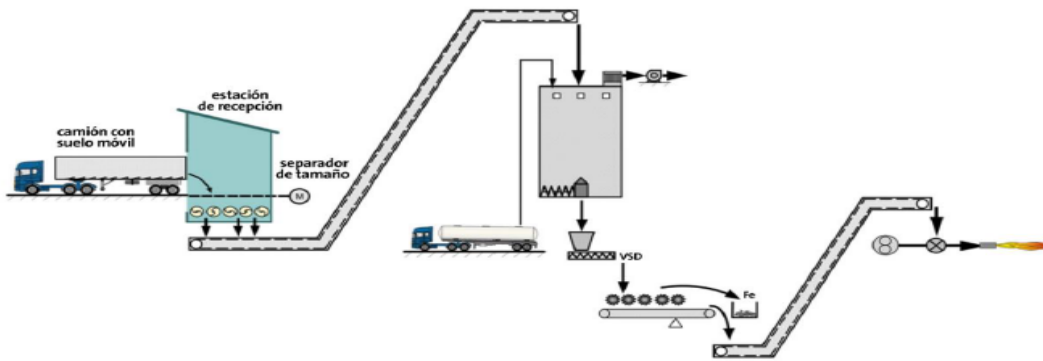
Rangos de Inversión Pre-proceso: 5 – 20 Mio USD



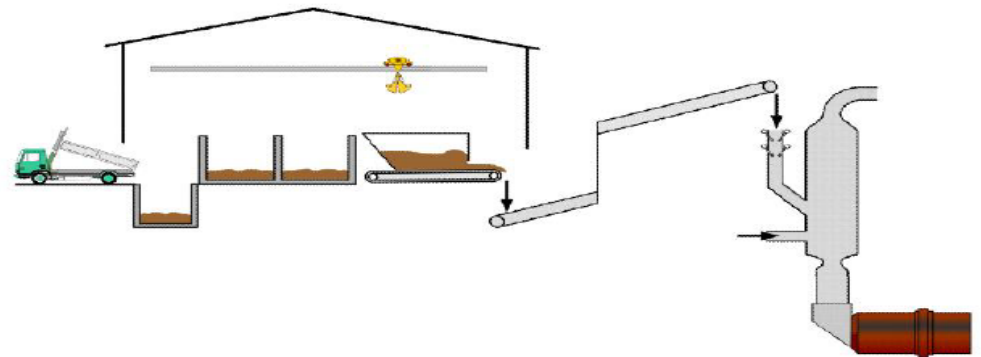
Fuente: Jensen (2015)



Inversiones para alimentación a hornos...



Rangos de Inversión en Hornos (Alimentación): 2 – 5 Mio USD por instalación





México: Tasas de Sustitución Alcanzables como promedio nacional (%)
(Criterio: Rentabilidad justifica inversiones)

A/B	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	15	20	25
10	0	0	0	0	0	5	10	15	20	25	30	30
20	0	0	0	5	10	15	20	25	30	30	30	30
30	0	0	5	10	15	20	25	30	30	30	30	30
40	0	5	10	15	20	25	30	30	30	30	30	30
50	5	10	15	20	25	30	30	30	30	30	30	30
60	10	15	20	25	30	30	30	30	30	30	30	30

A Ingresos por servicio gestión de residuos (USD/ton)

B Costo Combustible Fósil tradicional puesto en planta cementera (USD/ton)



DATOS- Co-procesamiento en Alemania

- Alemania inició las pruebas para co-procesar residuos en hornos de cemento en 1974
- La industria cementera alemana es líder en el uso de combustibles alternos (64% en comparación con 33% promedio en la UE)
- La mayoría de las cementeras no co-procesan directamente RSU no clasificados. En Austria, Alemania e Italia previamente se realiza un tratamiento mecánico-biológico (TMB)
- Alemania cuenta con 61 plantas de TMB con una capacidad de 6.4 millones de toneladas al año





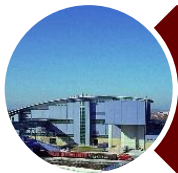
Tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU



Digestión anaerobia: Biogás



Co-Procesamiento



Incineración



Otras tecnologías térmicas: Gasificación,
Pirolisis, Plasma



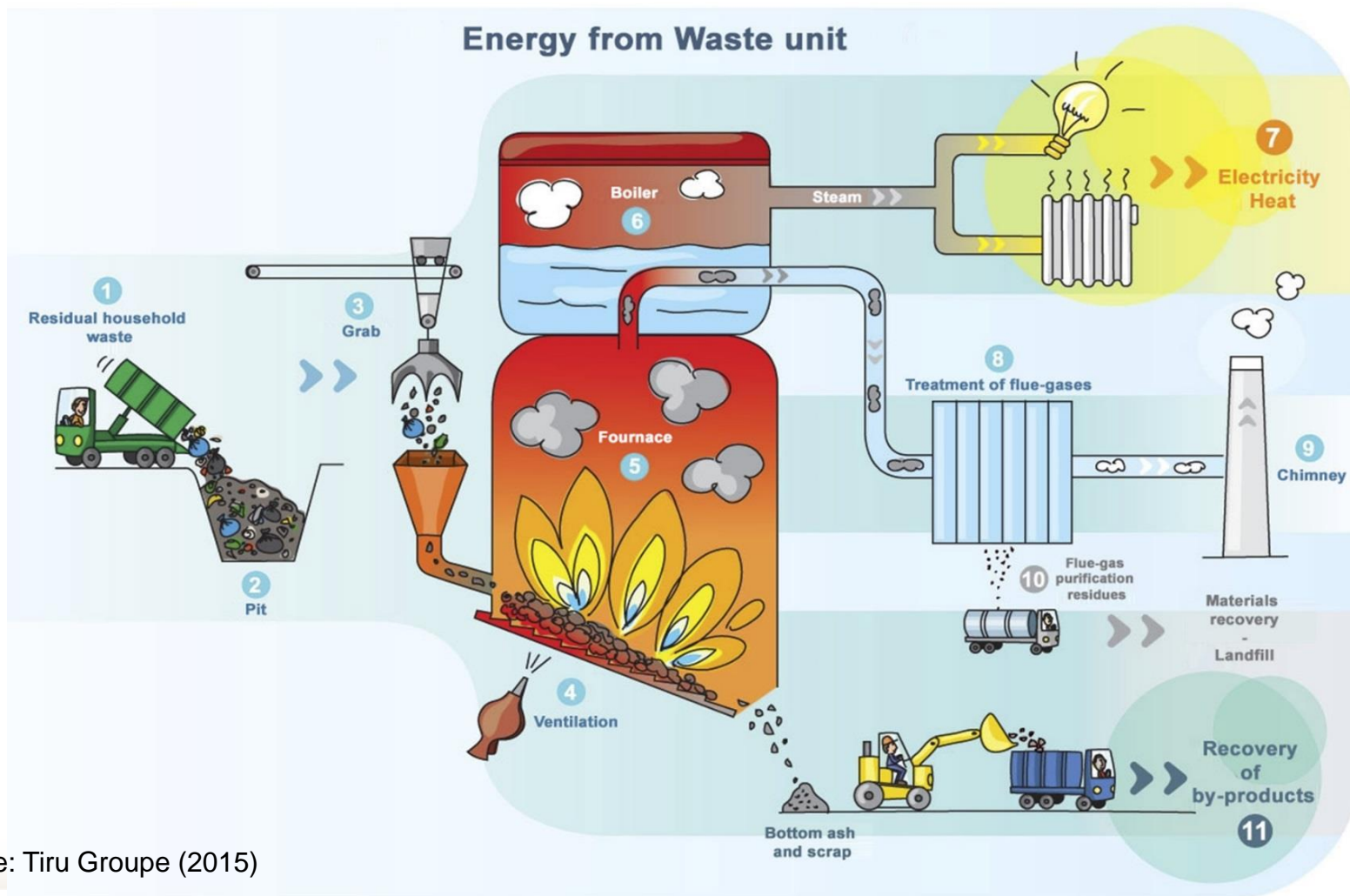
Tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU



Incineración



¿Qué es la incineración?



Fuente: Tiru Groupe (2015)

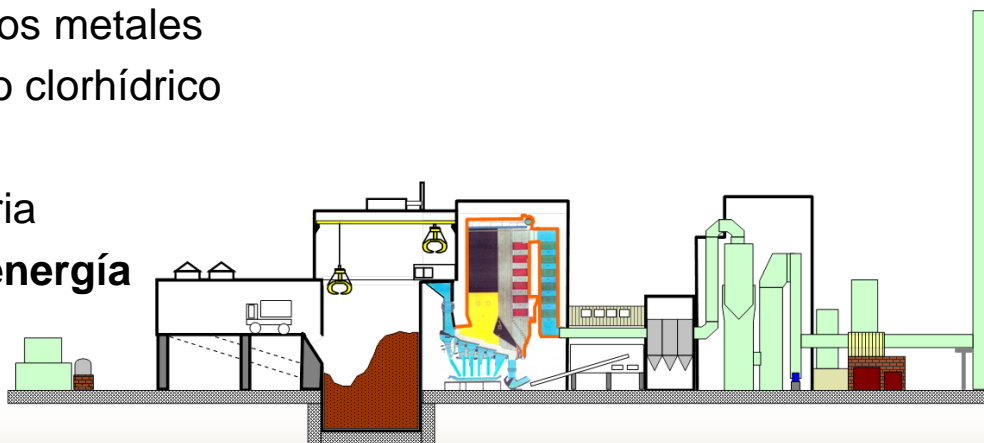


DATOS – Incineración en Alemania

- 68 instalaciones de incineración con una capacidad total de alrededor de 19,6 mill ton/a
- 3 ton de residuos domésticos pueden sustituir 1 ton de carbón
- ¿Se mitigan emisiones? - sólo parcialmente !

Recuperación promedio de 1 ton de RSU

- 24 kg de metales ferrosos
- 3.4 kg de otros metales
- 12.4 kg ácido clorhídrico
- 3.5 kg yeso
- 220 kg escoria
- **2,100 kWh energía**

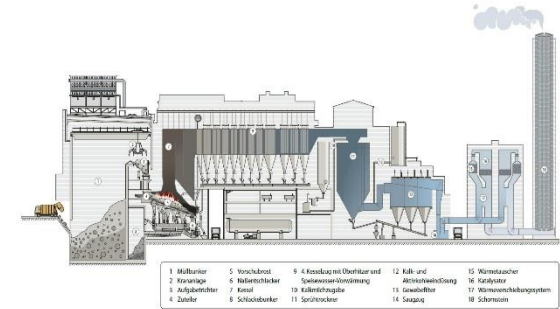


Fuente: UBA, 2013



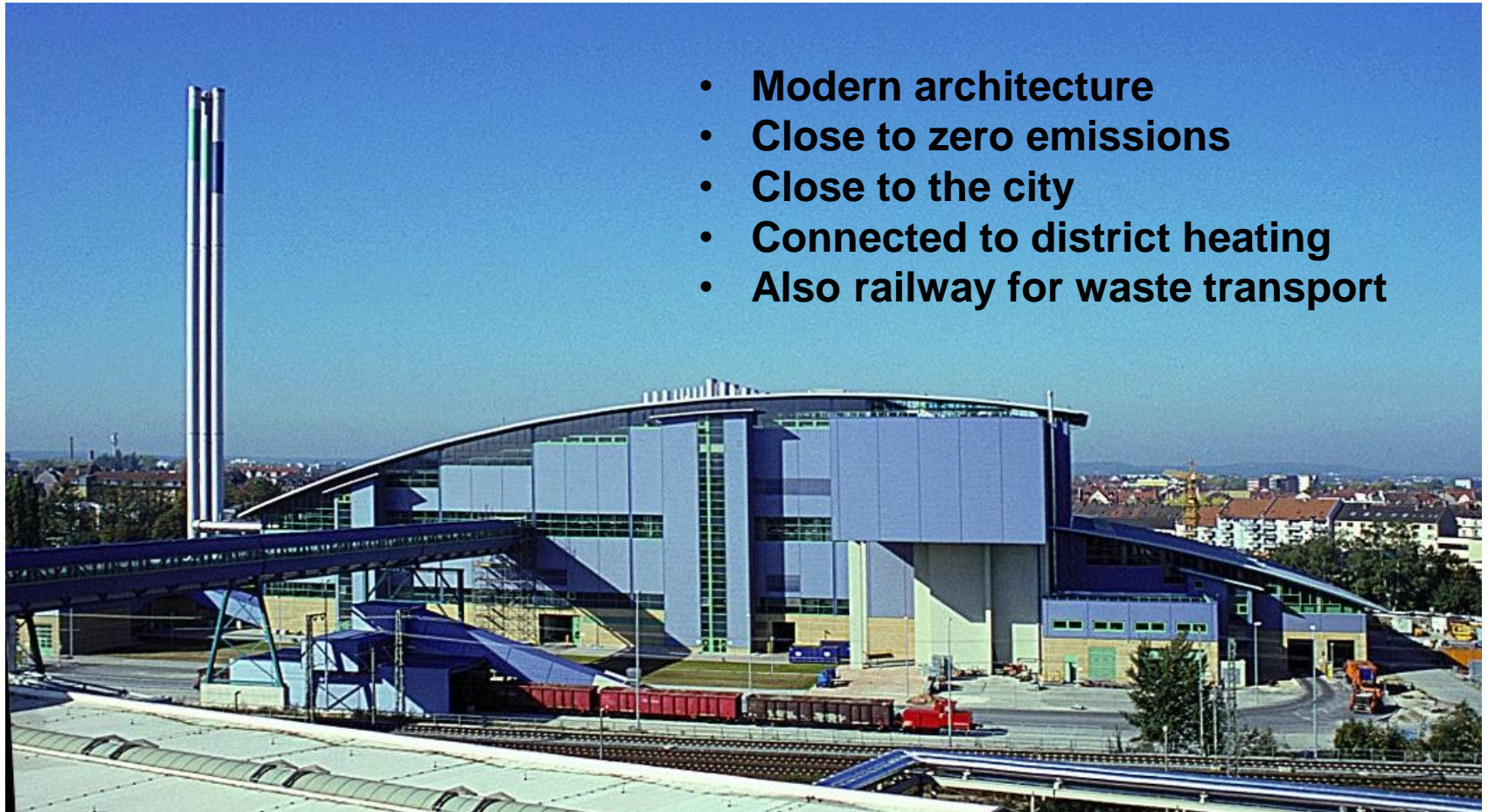
Planta de Ruhleben en Berlín

- Capacidad: 520,000 ton/a de residuos
- Comenzó a operar en 1967 y desde entonces ha sido renovada sucesivamente
- genera electricidad y calefacción urbana
- se recolectan 12,000 ton/a de chatarra ferrosa
- La parte no recuperable de los residuos (2,2%) se arroja en rellenos sanitario
- **1 ton residuos => reducción de 170 kg CO₂eq**





Planta de incineración de Nuernberg



- Modern architecture
- Close to zero emissions
- Close to the city
- Connected to district heating
- Also railway for waste transport

Fuente: Wiemer (2015)



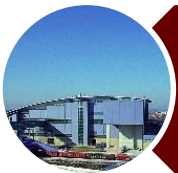
Tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU



Digestión anaerobia: Biogás



Co-Procesamiento



Incineración



Otras tecnologías térmicas: Gasificación,
Pirolisis, Plasma



Tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU



Otras tecnologías térmicas: Gasificación,
Pirolisis, Plasma



Otras tecnologías térmicas (gasificación, pirólisis, etc.)

- Durante los últimos 20-30 años muchas de las llamadas "tecnologías alternativas" se han propuesto como una alternativa mejor a las tecnologías probadas (como Incineración) en Alemania y en otros lugares:

- Pirólisis
- Gasificación
- Plasma
- etc.



- Ninguna ha demostrado ser fiable o económica, la mayoría ha causado enormes pérdidas financieras

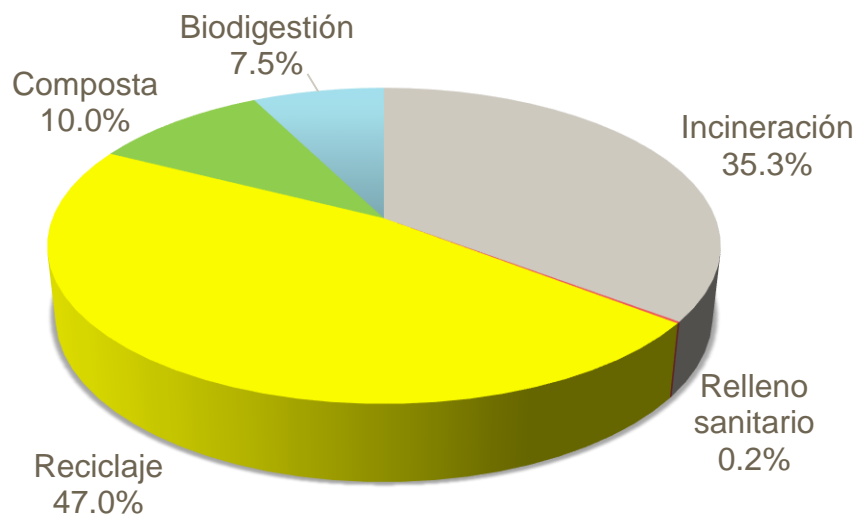


3. Áreas de oportunidad en México y el Programa EnRes



Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Alemania, 2013
(614 kg/año/persona)



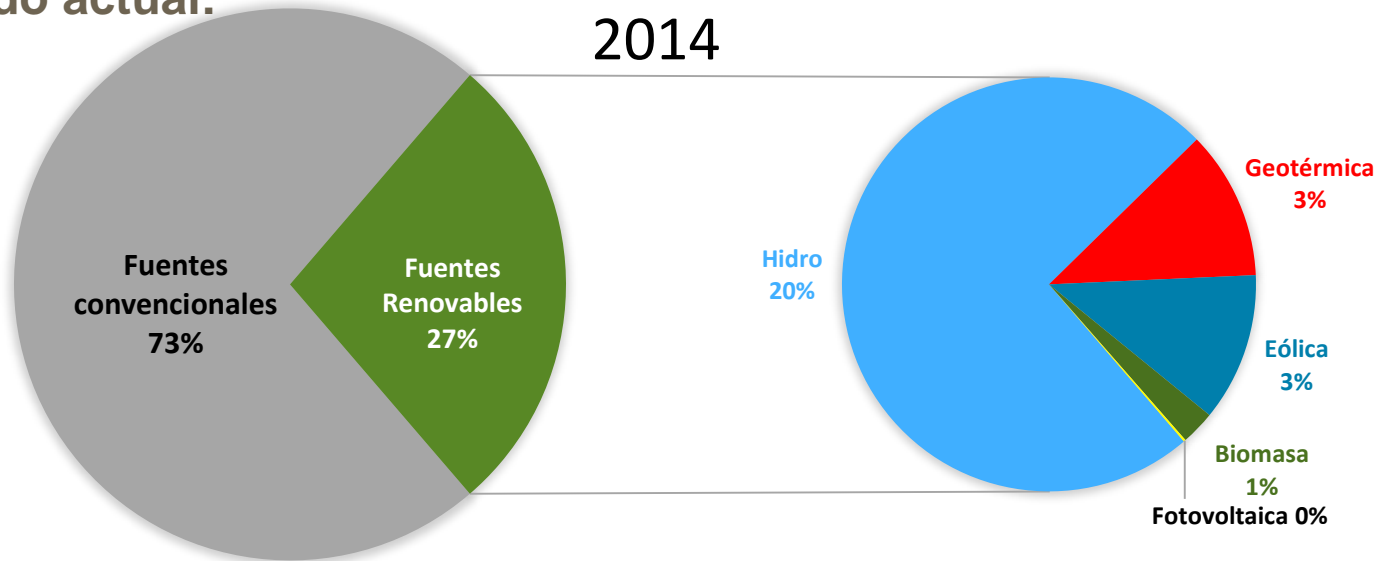
México, 2012
(361.4 kg/año/persona)





Energía

- **Compromisos:** “La SENER fijará como meta una participación máxima de **65** por ciento de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica para el año 2024, del **60** por ciento en el 2035 y del **50** por ciento en el 2050”
- **Estado actual:**

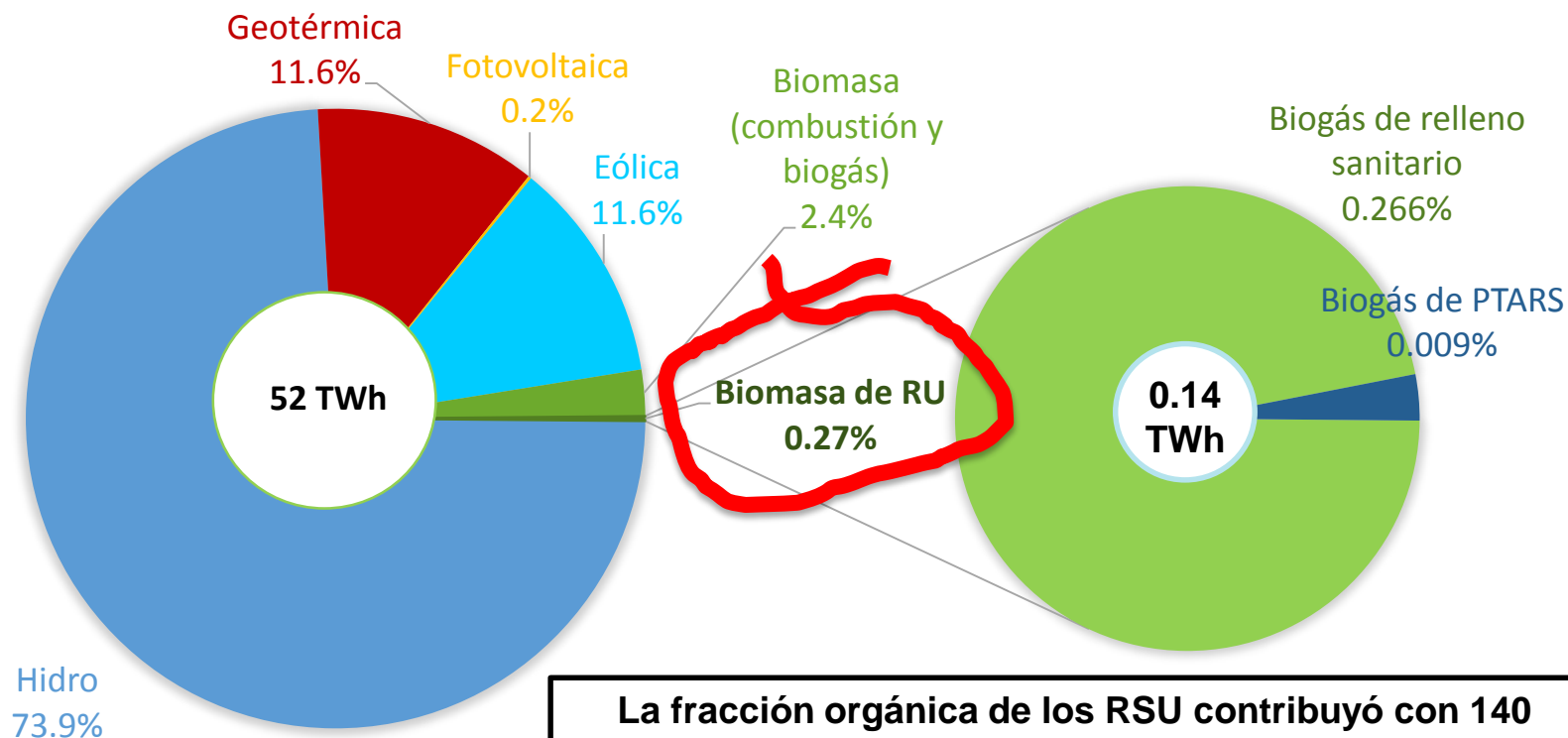


Fuente: Contribución prevista y determinada a nivel nacional de México. s/f (25.03.2015)

Gráfico: SENER 2015



Contribución de los Residuos Urbanos (RU) a la energía renovable en México (2014) en TWh



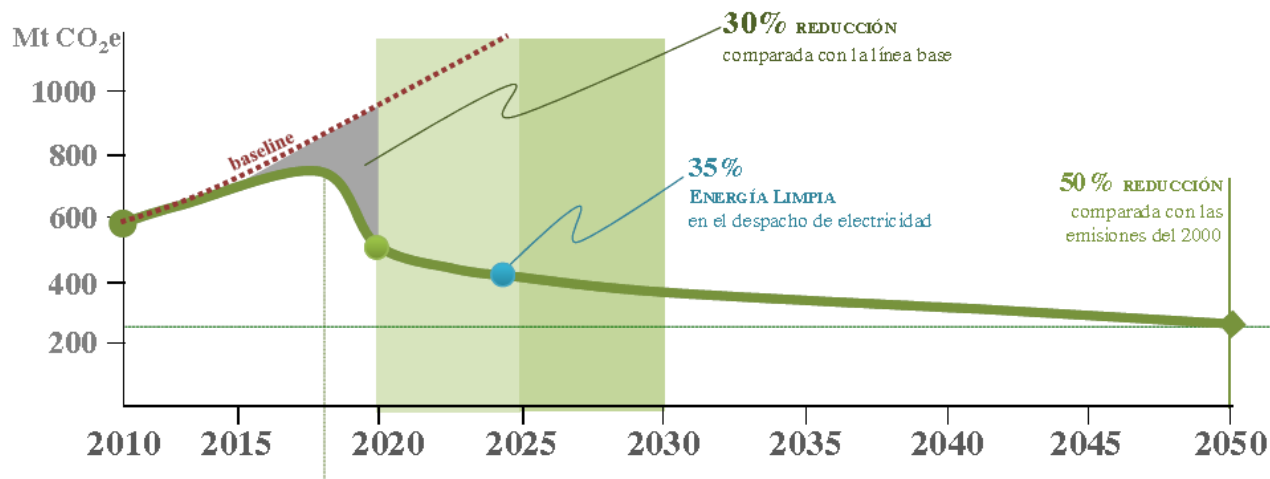
La fracción orgánica de los RSU contribuyó con 140 GWh en el 2014, se estima que su potencial técnico por medio de digestión aerobia sería hasta 2.15 TWh*

Fuente: SENER (2015), *Estimación propia



México: Compromisos en Cambio Climático

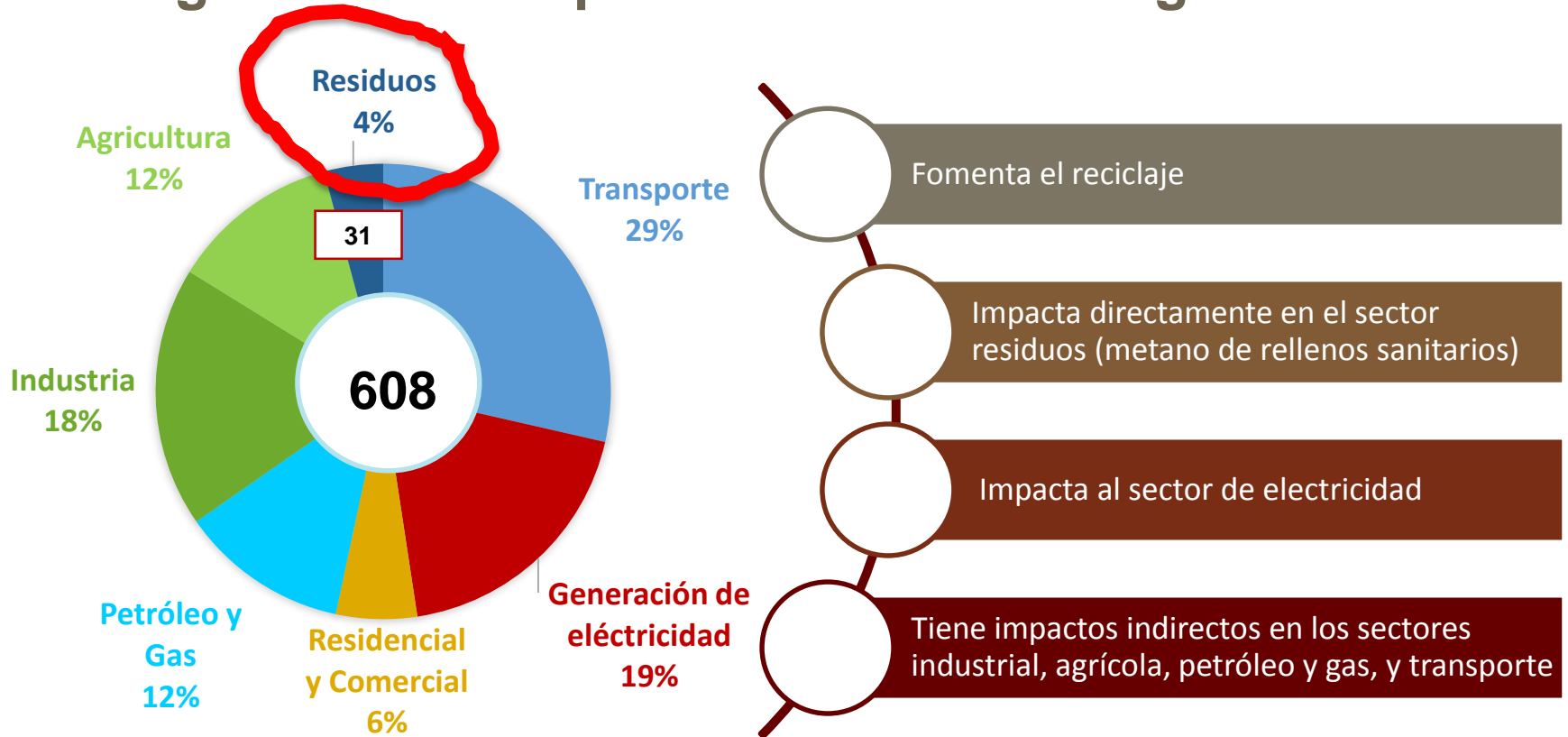
- México se compromete a reducir de manera *no condicionada* el **25%** de sus emisiones de GEI y CCVC al año 2030 (**40%** de manera *condicionada*).
- Implica una reducción del 22% de GEI y 51% de CN (Carbón negro).



Fuente: INDC Contribución prevista y determinada a nivel nacional de México. s/f (25.03.2015)



Mitigación de GEI por valorización energética de RSU



Emisiones por sector (MtCO₂e) en 2013

Fuente: SEMARNAT (2015) Gestión Climática en México

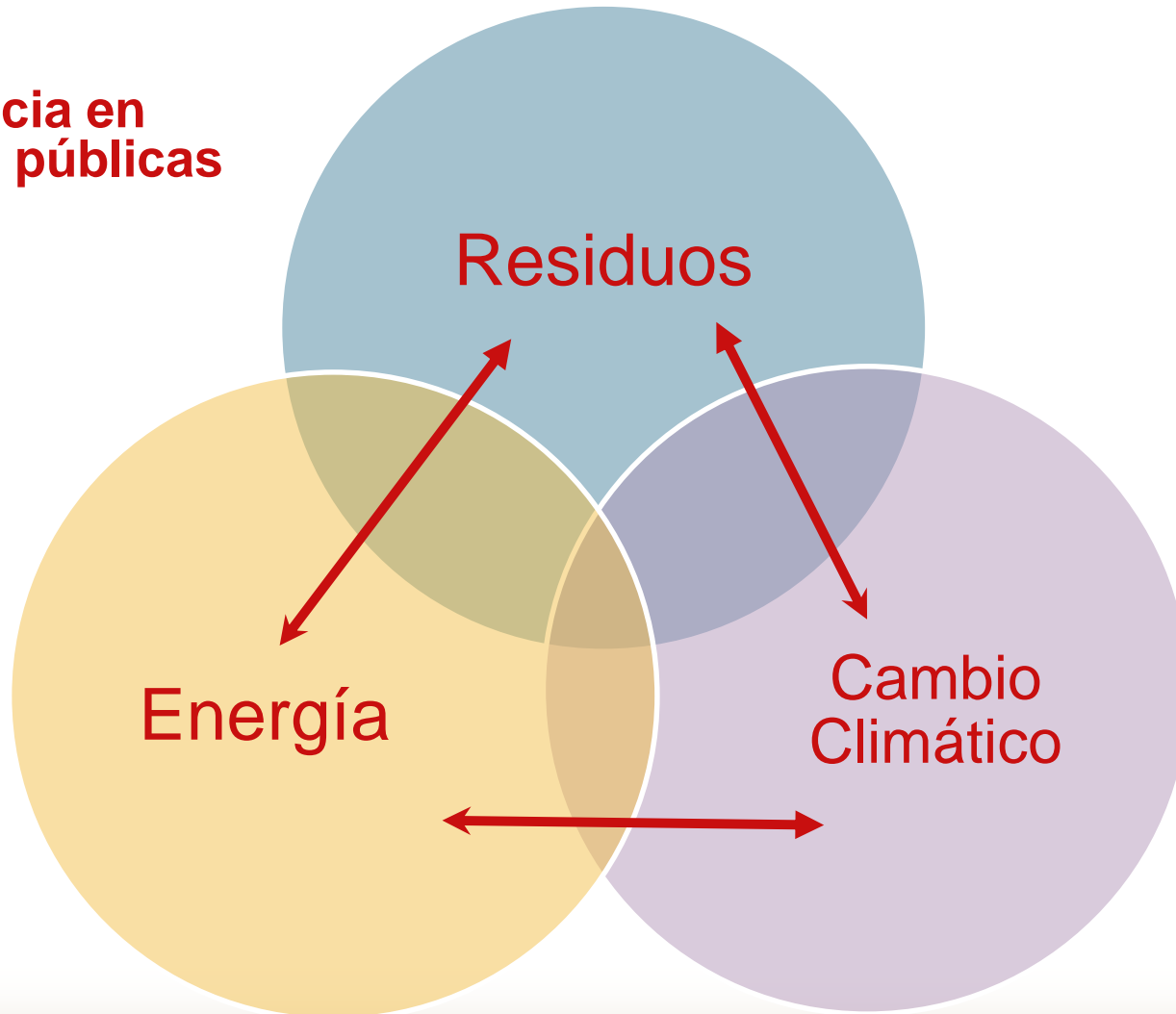


El Programa EnRes

Objetivo	El aprovechamiento energético ha sido introducido como opción para la gestión de residuos en México	
Contrapartes principales		
Comitente	Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ)	<p>On behalf of</p> 
Duración	2014 - 2018	



Coherencia en políticas públicas





Residuos

Gestión sustentable
residuos

Cumplimiento Metas
Mitigación CO₂eq

Cumplimiento Metas Energías
Renovables

Reducción energía fósil

Decarbonización Matriz
Energética

Cambio Climático

Energía





Política pública con “un toque de realismo”

- Ilusión: todo se evitará - reutilizará - reciclará
- % de residuos disponible para valorización energética
- Aprovechar esos potenciales
- Crear condiciones para que ello ocurra en forma ordenada y con visión estratégica de futuro, en coherencia con políticas de energía, residuos y cambio climático

Atención!

- Valorización energética no debe desplazar completamente las opciones más sustentables

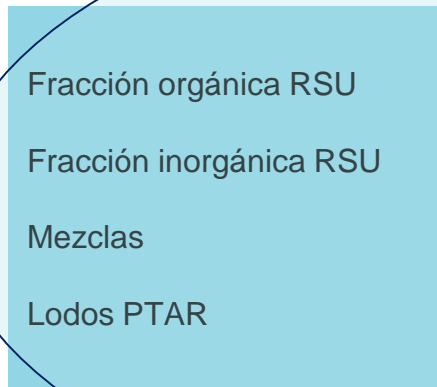


SEMARNAT

SENER

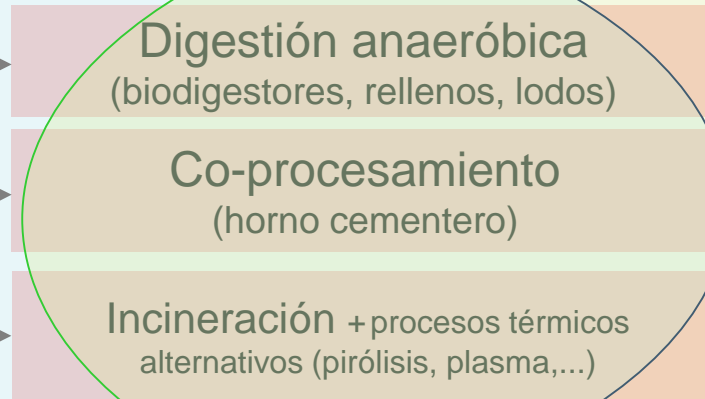
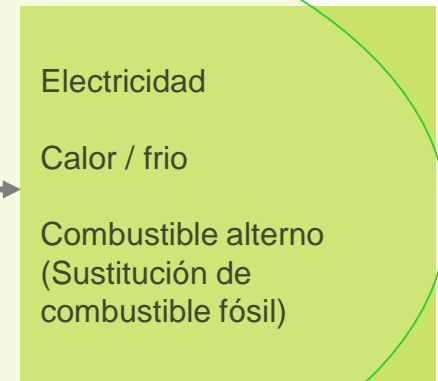
Input

RESIDUOS URBANOS



Output

ENERGIA



Gestión sustentable de
residuos

Producción de energías
limpias y/o renovables

Cambio Climático
Reducción de GEI



Estrategia del Programa EnRes

Coordinación y colaboración interdisciplinaria
(intra-/ interinstitucional)

Generar las condiciones facilitadoras
(marco regulatorio - instrumentos económicos - desarrollo capacidades)

Demostrar viabilidad en proyectos concretos
(generar casos exitosos)

asegurando coherencia de políticas de residuos - cambio climático - energías limpias



www.foroenres2015.mx



FORO INTERNACIONAL 2015
VALORIZACIÓN ENERGÉTICA
DE RESIDUOS URBANOS
Experiencias y estrategias globales

MÉXICO-ALEMANIA
DIALOGOS POR UN FUTURO SUSTENTABLE | ENERGÍA DE RESIDUOS

MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

Embajada
de la República Federal de Alemania
Ciudad de México



giz
Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

INICIO

AGENDA DEL EVENTO

PRESENTACIONES

REGISTRO

PROGRAMA ENRES

CONTACTO



Octubre 7 y 8, 2015
Hotel Camino Real, Polanco
Cd. De México



¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

Contacto:

Alvaro Zurita, GIZ
alvaro.zurita@giz.de