

Servei d'Incineració de Residus Urbans SA

Valorización energética de residuos urbanos.

El caso de la Planta de Tarragona



UNIVERSITAT
JAUME•I

SIRUSA (Serveis d'Incineració de Residus Urbans SA)
Carrer del Coure, S/N Pol. Ind. Riu Clar (TARRAGONA)
info@sirusa.es - www.sirusa.es



LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

- Se producen en todos los pueblos y ciudades de cualquier país moderno y la generación está directamente ligada al nivel de vida.
- Son muy abundantes: entre 400 y 1.200 Kg./persona y año.
- Son un recurso muy importante como fuente de materiales y también por su poder combustible (PCI entre 1.800 y 2.500 Kcal/Kg).
- Pueden originar, de no tratarse adecuadamente, un importante problema medioambiental.
- Composición compleja: materia orgánica (35-45%), papel (15-20%), plástico (10-15%) y menores contenidos en vidrio (7%), metales diversos (5%) y otros (textiles, cerámica, etc.)
- Suelen representar una notable carga económica para los ayuntamientos, por costes de recogida y tratamiento.



PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (incontrolados o gestionados incorrectamente)

- **Riesgos sanitarios** por transmisión de enfermedades por roedores y vectores aéreos (insectos).
- **Contaminación atmosférica** por combustiones espontáneas e incontroladas.
- **Efecto invernadero** por la emisión de metano, más perjudicial que el dióxido de carbono .
- **Contaminación de las aguas subterráneas** por los lixiviados emitidos.
- **Contaminación directa del suelo** donde son depositados.
- **Riesgo de incendios** por ignición espontánea.
- **Malos olores y otras molestias** para el vecindario.
- **Pérdida de valor económico** de los inmuebles y parcelas cercanas.
- **Posible degradación del entorno.**



TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS RESIDUOS URBANOS

- **Combustión controlada** en presencia de un determinado exceso de oxígeno. Sistema contrastado y con centenares de plantas en muchos países, nombre común = incineración.
- **Biometanización** (reacción biológica anaerobia). Sistema válido para materiales homogéneos como fracciones vegetales, FORM, etc. Problemas operaciones de ser aplicada a fracción “rechazo” .
- **Gasificación** (producción de gas de síntesis). Muchas tecnologías patentadas pero pocas en aplicación comercial.
- **Pirolisis** (reacción endotérmica en ausencia de oxígeno). Muy pocas instalaciones en aplicación comercial.
- **Plasma** (opera con ionización). Tecnología en desarrollo por ser de última generación.



EL CONCEPTO “INCINERADORA”

- Terminología insuficiente y desorientadora: una incineradora genera cenizas como uno de los resultados del proceso, no es un objetivo.
- Terminologías más reales: *Waste-to-Energy*, *Müllverwertung*, *Valorización des Ordures Menagères*, *Combustión controlada de residuos*.
- Proceso idéntico al de una central térmica: produce energía útil (generalmente electricidad) y genera cenizas residuales.
- Diferencias con una central térmica:
 - Objetivos:** *Térmica:* 1) producir energía 2) proteger el entorno
Incineradora: 1) proteger el entorno 2) producir energía
 - Legislación:** Mucho más estricta para la incineradora, seguimiento en continuo, emisiones mucho más bajas y más parámetros controlados
- Controversia social por diferentes causas.



LA REALIDAD DE UNA INCINERADORA

- Instalación que gestiona residuos y evita su problemática medioambiental.
- Instalación de cogeneración: produce calor y electricidad y exporta a la red el excedente energético (vapor o electricidad).
- Instalación industrial dotada de tecnología avanzada y con características específicas: trabajo a turnos, mantenimiento industrial complejo y por personal especialista (instrumentación, mecánica, química, informática de proceso, electricidad en alta y media tensión).
- Al depender de una tasa o canon público requiere minimizar el coste operativo, incluyendo la necesidad de minimizar los tiempos de parada.
- Localización urbana, en el interior de ciudades o en su entorno cercano.
- Propiedad de un ayuntamiento, mancomunidad o consorcio, por tratarse de una actividad propia de ser un servicio público de responsabilidad municipal.



LA INCINERACIÓN DE RESIDUOS URBANOS EN EUROPA

- Existen operativas más de 400 plantas en los países de la Unión Europea.
- Capacidad anual de tratamiento: ~55 M toneladas.
- Países con más plantas: Francia, Italia y Alemania (~250 plantas).
- Dinamarca y Suiza tienen más de 30 plantas cada uno de estos países.
- Holanda tiene 11 plantas, algunas de gran capacidad (>500.000 t/a).
- Portugal tiene plantas en Lisboa y Oporto.
- En los países europeos avanzados (Alemania, Francia, Dinamarca, Suecia, Suiza, Holanda, Bélgica) la capacidad supera los 200 Kg./persona x año, mientras que en España la capacidad es de 50 Kg./persona x año.

Información detallada sobre las plantas europeas en www.cewep.com .



LA INCINERACIÓN DE RESIDUOS URBANOS EN ESPAÑA

- Distribuidas irregularmente a lo ancho de todo el territorio.
- Capacidad de tratamiento por encima de 2 M toneladas.
- Cataluña es la comunidad con más plantas (San Adrián, Mataró, Gerona, Tarragona) y una capacidad de tratamiento de ~690.000 t/a.
- Madrid tiene la planta de TIRMADRID en Valdemingómez (240.000 t/a).
- Galicia tiene la planta de SOGAMA, en Cerceda, capacidad entre 500.000 y 550.000 t/a, según el PCI.
- Palma de Mallorca tiene la planta de TIRME, actualmente en puesta en marcha de su ampliación, capacidad 660.000 t/a.
- En Bilbao la planta de ZABALGARBI tiene una capacidad de 230.000 t/a.
- Melilla incinera sus residuos en la planta de REMESA, de 36.000 t/a.

Más información en www.aeversu.com y www.aceversu.com .

EL ORIGEN DE LA PLANTA DE TARRAGONA

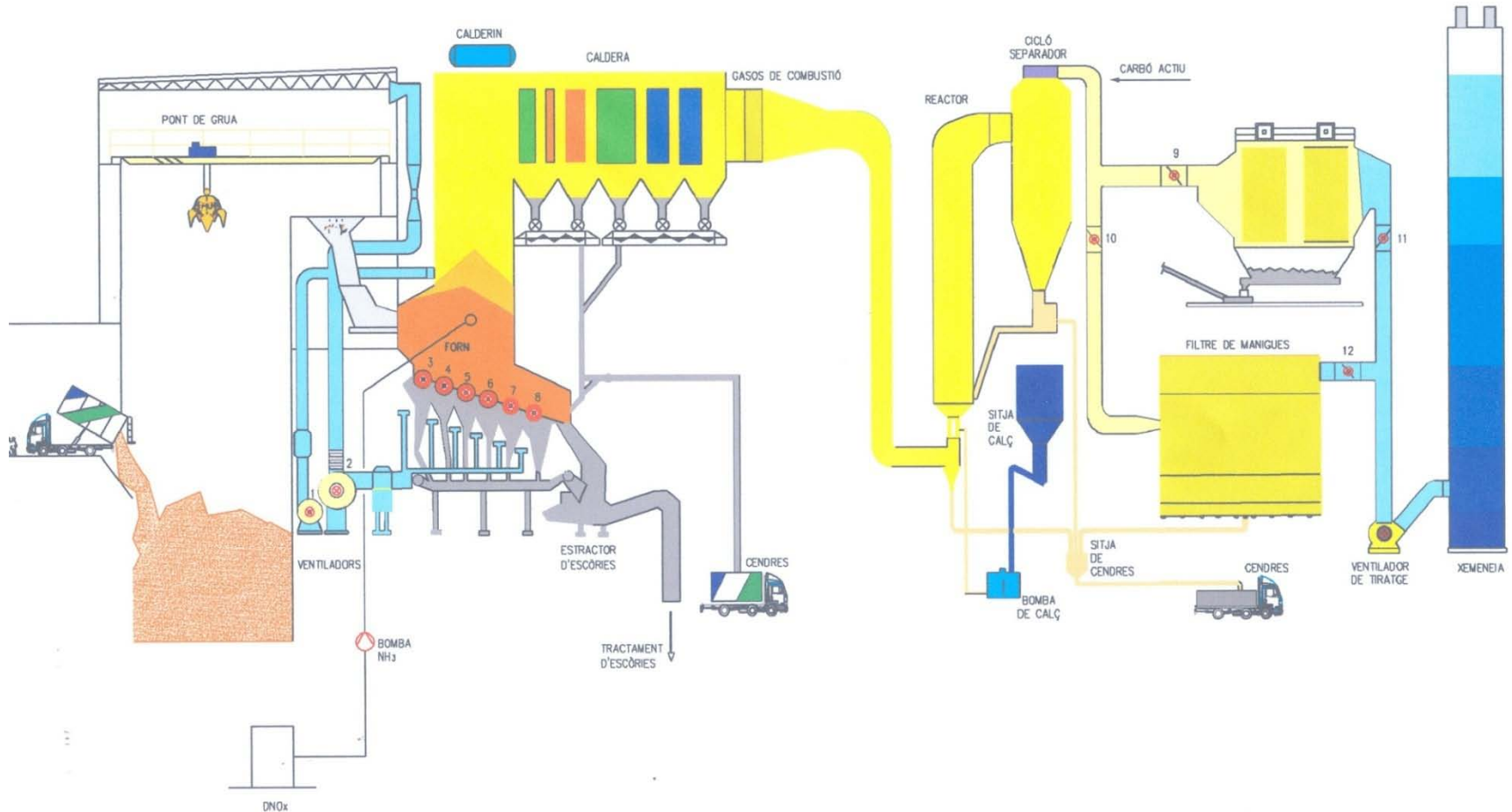
- Necesidad de eliminar una planta de compostaje obsoleta y protestada.
- Existencia de un alcalde decidido a implantar una solución moderna.
- Otros municipios cercanos se agregaron al proyecto, creando una Mancomunidad que financió, construyó la planta y constituyó SIRUSA como operador, para:
 - 1) gestionar la explotación de la planta
 - 2) que el precio fuese el más bajo posible
 - 3) que de haber un beneficio económico, éste revirtiera sobre la planta
- Condición “sine qua non” fue un consenso político total.
- Todas las decisiones técnicas y operativas se dejaron siempre en manos de expertos en gestión de residuos, científicos y técnicos, sin interferencias.
- Desde 1995 el órgano de control, la Junta de la Mancomunidad, cuenta con representantes de los 5 partidos más importantes, incluyendo ERC y Iniciativa-Els Verds, teóricamente opuestos a la incineración.



PLANTA INCINERADORA DE TARRAGONA



ESQUEMA DE LA PLANTA



SIRUSA (Serveis d'Incineració de Residus Urbans SA.)

info@sirusa.es - www.sirusa.es

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLANTA

- Capacidad ~142.000 t/a (valor teórico de diseño 144.000 t/a).
- 2 líneas independientes de 9 t/h.
- Parrillas de rodillos, tecnología Deutsche Babcock, y caldera horizontal de tecnología Eckrohkessel.
- 46 t/h de vapor sobrecalentado a 360°C y 36 bares.
- Turbina ALSTOM de 7,4 MW de potencia.
- Depuración de gases: sistema semiseco, tecnología FLMiljo.
- Adición de lechada de cal en reactor con recirculación.
- Adición de carbón activo para eliminar dioxinas, furanos y mercurio.
- Planta de aprovechamiento de escorias de capacidad 50 t/h.
- Planta de transferencia de residuos de capacidad 50 t/h.
- Planta de empaquetamiento de residuos, tecnología Crosswrap .



CONTROL MEDIOAMBIENTAL

- Legislación general aplicable a incineradoras:
 - ✓ RD 1217/1997, Directiva 2000/76/CE, Ley 11/2000, Decreto 80/2002, RD 653/2003 y Directiva 2008/98/CE
- Legislación particular en el caso de la planta de Tarragona:
 - ✓ Licencia de actividad (1989), Declaración de Impacto Ambiental (1990) Autorización Ambiental (equivalente a IPPC, 2008)
- Homologación de equipos y procedimientos (ISO 14.001, OHSAS)
- Control “online” mediante conexión a la red de control de emisiones industriales en Cataluña (XEAC). Protocolo de comunicaciones.
- Determinaciones analíticas periódicas, de emisiones y vertidos, por parte de laboratorios homologados (ECA, ICICT, STENCO, VIDAL).
- Inspecciones periódicas por parte de la Agencia de Residuos.
- Estudios de impacto por diferentes universidades y centros especializados.



EMISIONES DE LA PLANTA

valores en mg/Nm³ excepto dioxinas (en ng I-TEQ/Nm³)

	<u>EMISIÓN</u>	<u>LEGISLACIÓN</u>
Partículas	2 – 5	10
A. Fluorhídrico	0,1 - 0,2	1
A. Clorhídrico	5 - 7	10
Dióxido de azufre	20 – 30	50
Sb+As+Pb+Cr+Co+		
Cu+Mn+Ni+V	0,005 - 0,01	0,5
Cd+Hg+Tl	0,003 - 0.004	0,1
TOC	0,8 - 1,3	10
Dioxinas	0,001 - 0,003	0,1
NOx	20 – 80	200



LA EMPRESA OPERADORA SIRUSA

- **La Mancomunidad** titular de la planta la forman los municipios de Cambrils, Constantí, Reus, Salou, Tarragona, Valls y Constantí (~300.000 habitantes).
- La empresa explotadora SIRUSA (Servei d'Incineració dels Residus Urbans S.A.) se constituyó en 1990 y sus accionistas son la Mancomunidad (60%) y el IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (40%).
- Es una empresa singular, en la que los ayuntamientos son los propietarios de las instalaciones, operadores y a la vez los principales clientes.
- **Ejes de trabajo :**
 - Gestión municipalista. Eficacia y precio competitivo del servicio.
 - Responsabilidad social corporativa.
 - Soporte en ciencia y tecnología (I + D).
 - Compromiso con la sostenibilidad (reciclaje , valorización energética, ISO 14001).
 - Programas de educación ambiental (colegios, institutos, universidades).
- Política de puertas abiertas y transparencia informativa.

ESTRUCTURA ECONÓMICA

INGRESOS

Venta de energía
Venta de productos recuperados
Canon por el servicio
Ingresos financieros
Ingresos de empresas vinculadas

GASTOS

Personal
Materias primeras
Mantenimiento
Servicios externos
Financieros
Amortización



SIRUSA (Serveis d'Incineració de Residus Urbans SA.)

info@sirusa.es - www.sirusa.es

RESULTADOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS

- En 19 años se han gestionado 3,4 Mt. de residuos urbanos de 4 comarcas, de los cuales se han incinerado 2,7 Mt.
- Se han generado 940.000 MWh de electricidad, de los cuales se han exportado a la red eléctrica 780.000 MWh.
- La Mancomunidad, propietaria de la planta, es un ente con una situación económica saneada: a 31-12-09 presentaba un balance contable con un patrimonio cercano a los 22MEUR, sin ninguna obligación crediticia.
- La empresa explotadora SIRUSA es una sociedad saneada, capital social 0,3 M euros, activo 9,5 M euros (auditoria 2009).
- Precio del servicio actual (año 2010): 40,9 €/t, incluido el canon de incineración a transferir a la Generalitat, de 5 €/t.



APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS

- La planta produce 30.000 t/a de escorias (silicato de aluminio, calcio y hierro), utilizadas en obra pública.
- Una empresa mixta creada al efecto, VECSA, participada por SIRUSA, se encarga del proceso de preparación y comercialización de la “Escograva”.
- Esta valorización se rige por la legislación de la Generalitat sobre este tipo de materiales, y se requiere análisis específico y control de las aplicaciones.
- La “Escograva” constituye del 25 al 30% en peso del total de residuos incinerados.
- Económicamente las cuentas de resultados de VECSA son excelente. Cada año recupera y valoriza 3.500 t de metales (aluminio, cobre, hierro), y su venta contribuye a la buena marcha económica de la empresa, con unos beneficios netos anuales por encima de 200.000 €.



UTILIZACIÓN DE LA “ESCOGRAVA”



RESULTADOS DE PROGRAMAS DE I+D

- Estudios para el aprovechamiento de las escorias en obra pública.
(Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Facultad de Química, UB)
- Estudios del balance de dioxinas en la actividad de la incineradora.
(Laboratorio de Eco-tecnologías, CSIC)
- Estudios del lavado de las cenizas y modificación de sus propiedades.
(Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Facultad de Química, UB)
- Estudios de preparación de hormigones a partir de cemento, Escograva y cenizas.
(Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Facultad de Química, UB)
- Análisis del Ciclo de Vida de la electricidad producida por la incineradora.
(Departamento de Ingeniería Química, URV)
- Estudio de las prestaciones de las calderas.
(Departamento de Mecánica de Fluidos, ETS Ingenieros Industriales, UPC)
- Estudios de mejora de la resistencia a la degradación de las calderas.
(Centro de Proyección Térmica, Facultad de Química, UB, 2005)
- Estudios de metales pesados, dioxinas y furanos en la vecindad de la incineradora.
(Laboratorio de Toxicología y Salud Medioambiental, Facultat de Medicina, URV)
- Estudio de mejora del ciclo térmico de la planta.
(Instituto para la Investigación de la Energía en Cataluña, IREC)



IMPACTO SOBRE EL ENTORNO (1)

- **Impacto por las emisiones de ácido clorhídrico** (gas ácido más importante):
 - Según datos de emisiones reales y aplicación de modelos de dispersión (Instituto de Modelización Atmosférica UPC, TEMA, AMBIO).
 - Según tomas de muestras reales en captadores instalados alrededor de la planta por el Servei de Tecnologia Química de la URV).

RESULTADO: EMISIONES 500 VECES INFERIORES AL MÁXIMO LEGAL

- **Impacto por las emisiones de metales pesados:**
 - Estudios del Depto. de Toxicología y Salud Medioambiental, URV .
 - Toxicological and Environmental Chemistry Vol 56 pag 119-132 (1996).
 - Toxicological and Environmental Chemistry Vol 71 pag 63-73 (1999).
 - The Science of the Total Environment Vol 284 pag 205-214 (2002).

RESULTADO: RIESGO MUY BAJO DE IMPACTO SOBRE EL ENTORNO



IMPACTO SOBRE EL ENTORNO (2)

- Seguimiento de dioxinas y furanos. Programa de control continuo por el Departamento de Toxicología y Salud Medioambiental, URV, años 1995-2009.
- **Resultados prácticos:** varias tesis doctorales y docenas de artículos publicados en revistas internacionales del máximo nivel científico: (Chemosphere, Organohalogen Compounds, Science of Total Environment, Toxicological & Environmental Chemistry, Journal of Environmental Science & Health, Human & Ecological Risk Assessment, Environment International).
- **Algunas conclusiones de los estudios:**
 - ✓ No hay diferencias entre los valores de las concentraciones en suelos y vegetación cercana a la planta, y los valores de zonas alejadas.
 - ✓ Los valores obtenidos alrededor de la planta se corresponden con valores normales de una zona rural típica (concentraciones muy bajas).
 - ✓ Los valores obtenidos no guardan relación con la dirección del viento.
 - ✓ Los tipos de dioxinas (isómeros) detectados alrededor de la planta no se corresponden con los emitidos por chimenea.

RESULTADO: NINGUNA INFLUENCIA SIGNIFICATIVA SOBRE LOS VALORES DE DIOXINAS Y FURANOS DEL ENTORNO .



POLÍTICA DE TRANSPARENCIA

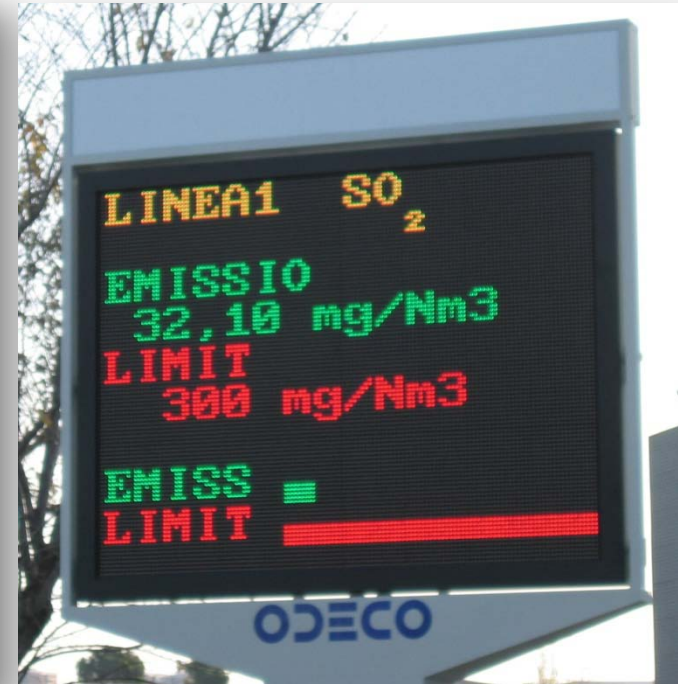


POLÍTICA DE COMUNICACIÓN PÚBLICA

- El carácter 100% público de la Mancomunidad y de SIRUSA condicionó desde el primer momento una política de comunicación y transparencia
- En la fase inicial, y ante las primeras controversias y oposición ecologista, se realizó un proceso activo de divulgación (exposiciones públicas, edición de folletos y documentos informativos, programa de visitas a otras plantas)
- Una vez la planta en funcionamiento se ha seguido una política de puertas abiertas y total transparencia con grupos ecologistas, asociaciones de vecinos, partidos políticos, escolares, universitarios, etc.)
- Los diferentes partidos políticos, presentes en los órganos de gobierno y control, a la vez que propietarios de la planta, responsables de la operación y clientes, son conocedores de todo lo referente a la planta y su actividad
- Además las acciones se refuerzan y diversifican mediante la red XEAC, la página web, el panel informativo a la entrada de la planta, reportajes en medios de comunicación, etc.



COMUNICACIÓN DE VALORES DE EMISIONES



LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

• Según la **Directiva Europea de Residuos** una instalación de incineración se considera de valorización (no eliminación) si su eficiencia energética es de:

- ✓ 0,60 para instalaciones autorizadas antes del 2009 (caso de Tarragona).
- ✓ 0,65 para instalaciones autorizadas con posterioridad al 2009.

La definición de Eficiencia Energética viene dada por la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia Energética} = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 (E_w + E_f)}$$

E_p Energía anual producida como calor o electricidad, calculada multiplicando la energía eléctrica por 2,6 y el calorífica por 1,1.

E_f Energía anual procedente de otros combustibles para producir vapor.

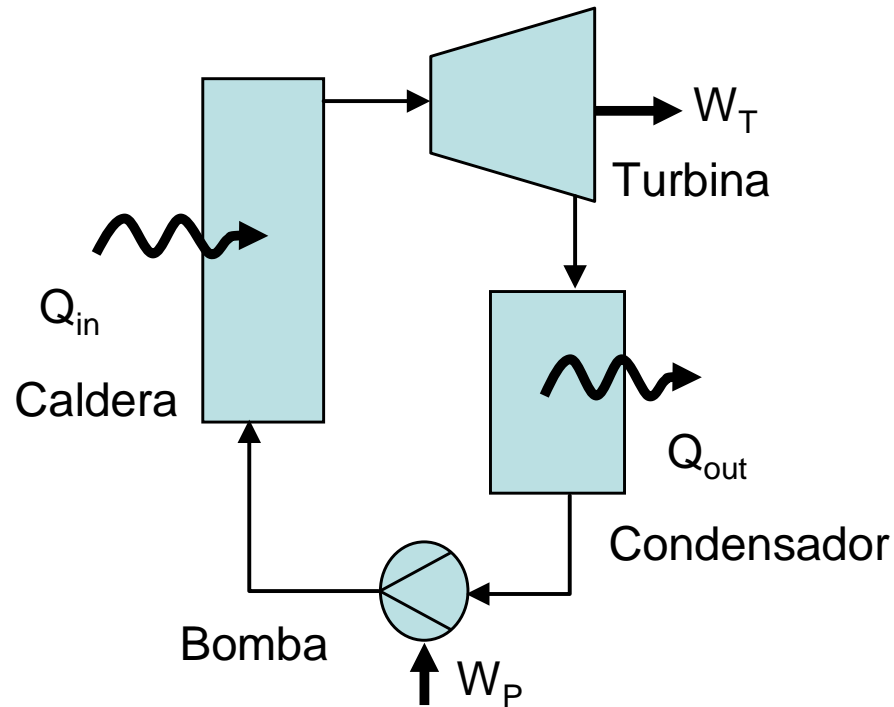
E_i Energía anual importada.

E_w Energía anual contenida en los residuos (PCI).

0,97 coeficiente para compensar pérdidas por radiación y escorias.



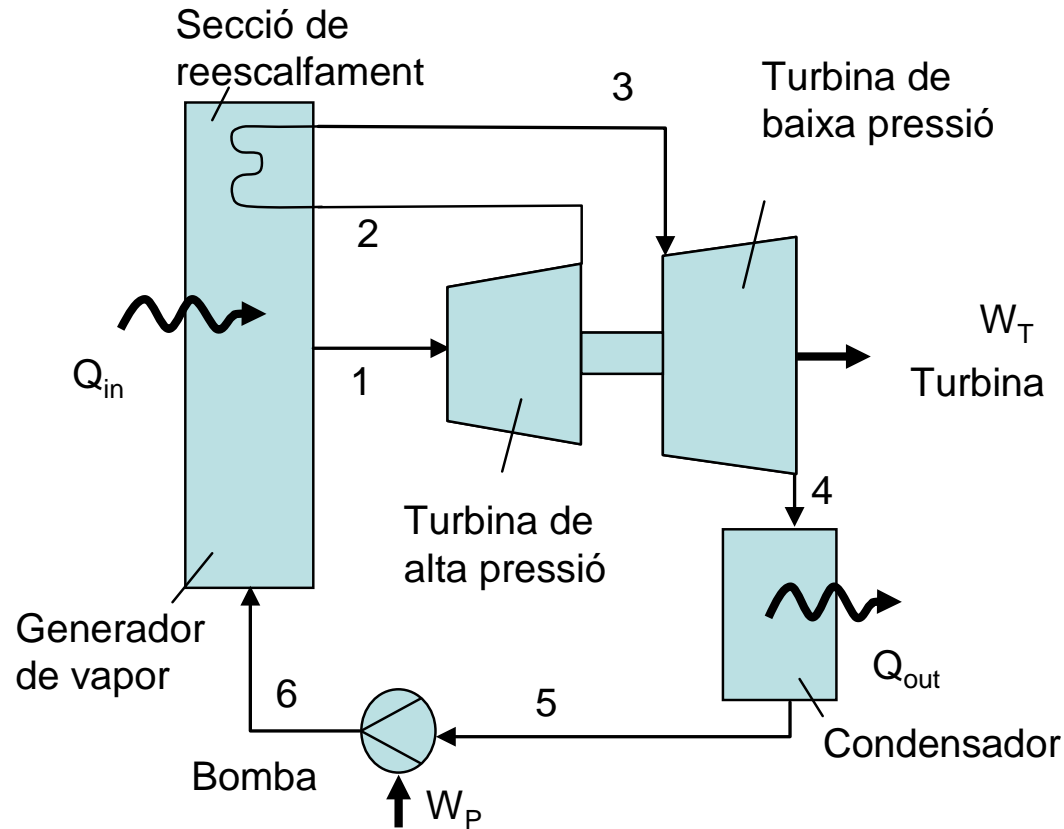
EL CICLO DE RANKINE



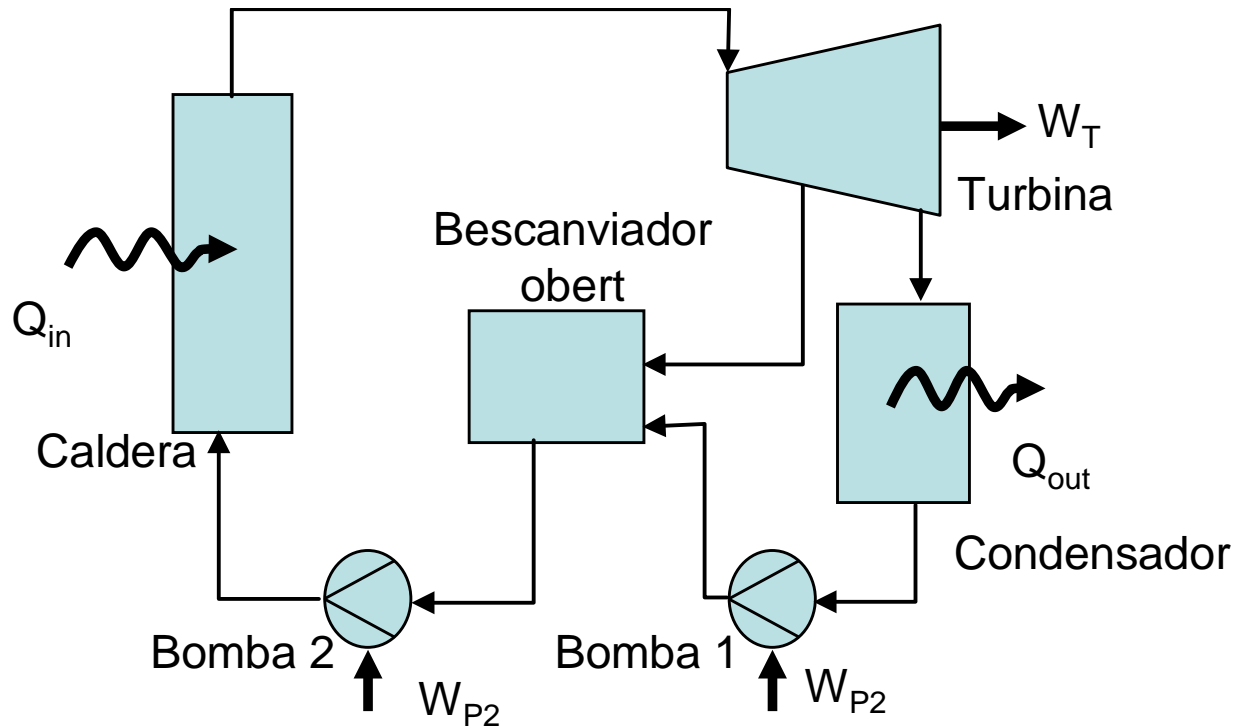
MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Eficiencia Energética = $Eff = \text{Trabajo neto} / \text{calor suministrado}$.
- En las plantas incineradoras actuales la eficiencia es baja (20%) debido a diferentes limitaciones de tipo técnicos.
- En SIRUSA se obtienen 400 Kwh eléctricos por tonelada de residuo urbano con vapor sobrecalentado a 360º y 36 bares, condensando a 0,2 bares en una turbina de 2 etapas
- **Posibilidades de mejora:**
 - ✓ Incremento de la entalpía del vapor (mayor temperatura, más presión).
 - ✓ Disminución de la presión del condensado (menor presión de condensación).
 - ✓ Mejora del rendimiento isentrópico de la turbina (evitando que disminuya el título del vapor).
 - ✓ Instalando recirculaciones de fluidos (reheating).

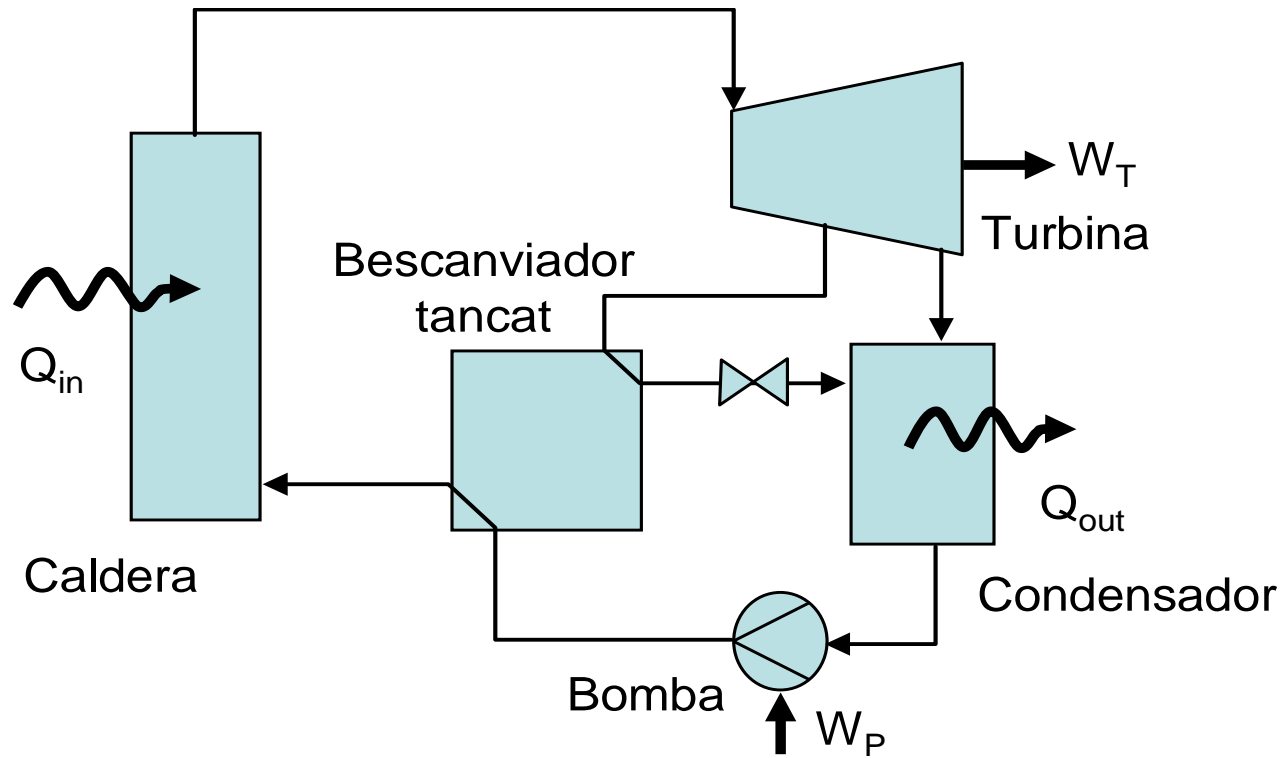
CICLO DE RANKINE CON "REHEATING"



CICLO RANKINE CON REGENERACIÓN EN CICLO ABIERTO



CICLO RANKINE CON REGENERACIÓN EN CICLO CERRADO



PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE SIRUSA

Localización geográfica:

C/. Coure s/n Polígono Industrial Riu Clar TARRAGONA

Internet: www.sirusa.es

E-mail: sirusa@sirusa.es

Teléfono: **977550696**

Fax: **977546647**

Dirección postal: **Apartado de Correos 834, 43080-TARRAGONA**

Asociación española de plantas incineradoras www.aeversu.com

Asociación catalana de plantas incineradoras www.aceversu.com

