



PreZero CAM WtE AAI

**ANEXO 05. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA R1**

P727.00.I.X.003.0

Registro de revisión del documento

Revisión no	Fecha	Detalles de las revisiones	Preparado por	Revisado por
0	14/09/2026	Primera Emisión	EM	FS

AVISO LEGAL

© 2026 Recuperación de Energía SAU. Todos los derechos reservados.

Este documento y los documentos que lo acompañan contienen información confidencial y están destinados únicamente al uso del PreZero. Si usted no es uno de los destinatarios previstos, cualquier divulgación, copia, distribución o acción tomada basándose en el contenido de la información está estrictamente prohibida.

Salvo acuerdo expreso, cualquier reproducción del material de este documento deberá solicitarse y autorizarse por escrito a Recuperación de Energía SAU. La reproducción autorizada de material debe incluir todos los avisos de derechos de autor y propiedad de la misma forma y manera que el original y no debe ser modificada de ninguna manera. El reconocimiento de la fuente del material también debe incluirse en todas las referencias.

1. OBJETO DEL INFORME	4
2. ANTECEDENTES Y ALCANCE	5
3. NORMATIVA DE REFERENCIA	6
4. METODOLOGIA DE CÁLCULO	7
5. HIPÓTESIS Y PARÁMETROS DE DISEÑO CONSIDERADOS.....	8
5.1. Régimen de funcionamiento	8
5.2. Tratamiento de residuos.....	8
5.3. Condiciones del ciclo agua-vapor.....	8
5.4. Consumos auxiliares de combustible.....	8
5.5. Producción energética considerada	9
5.6. Energía importada.....	9
6. CÁLCULO DEL ÍNDICE R1.....	10
6.1. Cálculo de E_p	10
6.2. Cálculo de E_w	10
6.3. Valores de E_f y E_i	10
6.4. Cálculo del índice R1 sin corrección climática.....	10
7. APLICACIÓN DEL FACTOR CLIMÁTICO	11
7.1. Índice R1 corregido climáticamente.....	12
8. RESULTADO FINAL Y CONCLUSIÓN	13
9. CERTIFICACIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE DEL VALOR R1	14

1. OBJETO DEL INFORME

El presente informe tiene por objeto acreditar externamente la eficiencia energética de la futura Planta de Valorización Energética del Centro de Tratamiento de Residuos "Jarama", situada en el término municipal de Titulcia (Comunidad de Madrid), mediante el cálculo del índice R1 de la instalación, de acuerdo con la normativa de referencia aplicable.

El objetivo de este documento es justificar que la instalación cumple los requisitos necesarios para ser considerada una operación de valorización energética, conforme a la operación R1 "Utilización principal como combustible u otro modo de producir energía" del Anexo II de la Directiva 2008/98/CE, así como dar respuesta al requerimiento formulado en el marco de la tramitación de la Autorización Ambiental Integrada (AAI).

Asimismo, el presente informe se emite a los efectos previstos en el artículo 40.1 del Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, incorporando el valor de la eficiencia energética correspondiente a cada línea de incineración, el cálculo realizado y la información técnica necesaria para su verificación.

2. ANTECEDENTES Y ALCANCE

La Planta de Valorización Energética ha sido concebida para el tratamiento de 300.000 t/año de residuos, con un Poder Calorífico Inferior (PCI) nominal de 10.250 kJ/kg y un régimen de funcionamiento estimado de 8.000 horas equivalentes anuales a plena carga.

La instalación dispone de dos líneas de valorización energética de idénticas características y prestaciones técnicas, integradas en un sistema común de recuperación energética y generación eléctrica. En consecuencia, el valor del índice R1 obtenido a partir de los parámetros globales de diseño de la instalación se considera representativo de la planta en su conjunto y de cada una de las dos líneas individualmente, bajo condiciones equivalentes de funcionamiento nominal.

Dado que se trata de una instalación nueva, el presente cálculo se ha realizado a partir de las especificaciones técnicas de diseño de la instalación y de la documentación contractual disponible, de conformidad con lo previsto en el artículo 40.1 del Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre.

El presente informe se ha elaborado a partir de los parámetros de diseño y balances energéticos recogidos en el Proyecto Técnico de la instalación, con el alcance necesario para justificar el valor de eficiencia energética de la planta y su clasificación como operación R1.

3. NORMATIVA DE REFERENCIA

El cálculo del índice R1 y la presente justificación se realizan conforme a la siguiente normativa y documentación de referencia:

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Anexo II de la citada Directiva, relativo a las operaciones de valorización, y en particular a la operación R1 "Utilización principal como combustible u otro modo de producir energía".
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, y en particular su artículo 40, relativo a la verificación del valor de eficiencia energética de las instalaciones de incineración de residuos domésticos.
- Criterios de aplicación del factor climático previstos en el marco de la metodología de cálculo del índice R1.

De acuerdo con la normativa indicada, las instalaciones de combustión de residuos sólidos urbanos se consideran instalaciones de valorización y no de eliminación cuando el valor del índice R1 sea:

- igual o superior a 0,60, para instalaciones en funcionamiento y autorizadas antes del 1 de enero de 2009;
- igual o superior a 0,65, para instalaciones autorizadas después del 31 de diciembre de 2008.

Asimismo, de conformidad con el artículo 40 del Real Decreto 815/2013, el gestor de la instalación deberá remitir un informe acreditado externamente, indicando el valor de la eficiencia energética para cada línea de incineración, así como el cálculo realizado y la información adicional necesaria para su verificación por el órgano competente.

Dado que la Planta de Valorización Energética es una instalación de nueva autorización, el valor de referencia a cumplir es:

$$R1 \geq 0,65$$

4. METODOLOGIA DE CÁLCULO

El índice R1 se calcula conforme a la metodología establecida en el Anexo II de la Directiva 2008/98/CE, mediante la siguiente expresión:

$$R1 = \frac{Ep - (Ef + Ei)}{0,97 \times (Ew + Ef)}$$

donde:

- E_p = energía anual producida en forma de calor o electricidad (GJ/año). A efectos de cálculo, la energía producida en forma de electricidad se multiplica por 2,6 y la energía producida en forma de calor para usos comerciales se multiplica por 1,1.
- E_f = aportación anual de energía al sistema a partir de combustibles que contribuyen a la producción de vapor (GJ/año).
- E_w = energía anual contenida en los residuos tratados, calculada utilizando el poder calorífico neto inferior de los residuos (GJ/año).
- E_i = energía anual importada, excluyendo E_w y E_f (GJ/año).
- 0,97 = factor que representa las pérdidas de energía debidas a las cenizas de fondo y a la radiación.

De conformidad con lo previsto en el artículo 40 del Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, en el caso de instalaciones nuevas el cálculo se realiza a partir de las especificaciones técnicas de la instalación y de los contratos establecidos. En este caso, la evaluación se ha efectuado a partir de los parámetros de diseño y balances energéticos definidos para la planta.

Dado que la instalación se compone de dos líneas de valorización energética de idénticas características y prestaciones técnicas, el valor del índice R1 obtenido a partir de los parámetros globales de diseño de la instalación se considera representativo tanto de la planta en su conjunto como de cada línea individualmente, en condiciones nominales de funcionamiento.

5. HIPÓTESIS Y PARÁMETROS DE DISEÑO CONSIDERADOS

De conformidad con lo previsto en el artículo 40 del Real Decreto 815/2013 para instalaciones nuevas, el cálculo del índice de eficiencia energética R1 de la futura PVE del Centro de Tratamiento de Residuos "Jarama" se ha realizado a partir de las siguientes hipótesis, especificaciones técnicas y parámetros de diseño de la instalación:

5.1. Régimen de funcionamiento

- Horas equivalentes de funcionamiento anual: **8.000 h/año**

5.2. Tratamiento de residuos

- Capacidad anual de tratamiento: **300.000 t/año**
- Poder Calorífico Inferior nominal del residuo: **10.250 kJ/kg**

5.3. Condiciones del ciclo agua-vapor

- Presión de vapor vivo: **61,5 bar(a)**
- Temperatura del vapor vivo: **422 °C**
- Presión de condensación: **0,1 bar(a)**
- Extracción no controlada de turbina para alimentación de vapor al desgasificador térmico

5.4. Consumos auxiliares de combustible

A efectos del cálculo del índice R1, se considera como combustible auxiliar exclusivamente el gasóleo consumido en los quemadores auxiliares de la instalación, con un consumo anual aproximado de:

- **240.000 l/año**

A estos efectos, se ha considerado que:

- el **50 %** de este consumo corresponde al funcionamiento de los quemadores auxiliares en condiciones en las que su aportación energética contribuye a la producción de vapor, por lo que se incluye en **Ef**;
- el **50 %** restante corresponde al funcionamiento de los quemadores auxiliares en condiciones en las que su aportación energética no contribuye a la producción de vapor, por lo que se incluye en **Ei**.

Este valor se refiere únicamente al consumo de gasóleo asociado a los quemadores auxiliares considerado en el cálculo del índice R1, sin incluir otros posibles consumos de combustible de la instalación.

5.5. Producción energética considerada

- Para el cálculo de **Ep**, se considera únicamente la **producción eléctrica de la turbina**.
- No se considera producción de energía térmica para usos comerciales.

5.6. Energía importada

- Energía eléctrica importada: **3.132 MWh/año**

6. CÁLCULO DEL ÍNDICE R1

6.1. Cálculo de E_p

Se considera una producción eléctrica neta aproximada de 27 MW, que a 8.000 h/año, ello equivale a 215.731 MWh/año.

Como no existe producción térmica para usos comerciales, resulta:

$$E_p = (215.731 \times 2,6) + (0 \times 1,1)$$

$$E_p = 2.019.240 \text{ GJ/año}$$

6.2. Cálculo de E_w

La energía anual contenida en los residuos tratados es:

$$E_w = 300.000 \text{ t/año} \times 10.250 \text{ kJ/kg}$$

$$E_w = 3.075.000 \text{ GJ/año}$$

6.3. Valores de E_f y E_i

A partir de las hipótesis descritas, se consideran los siguientes valores:

- $E_f = 4.441 \text{ GJ/año}$
- $E_i = 15.716 \text{ GJ/año}$

6.4. Cálculo del índice R1 sin corrección climática

Sustituyendo en la fórmula:

$$R1 = \frac{2.019.240 - (4.441 + 15.716)}{0,97 \times (3.075.000 + 4.441)}$$

$$R1 = 0,669$$

Por tanto, el valor del índice R1 de la instalación, sin aplicación del factor climático, es:

$$\mathbf{R1 = 0,669}$$

7. APLICACIÓN DEL FACTOR CLIMÁTICO

De acuerdo con el Anexo II de la Directiva 2008/98/CE, se contempla la posibilidad de aplicar un factor climático para instalaciones ubicadas en regiones con condiciones favorables desde el punto de vista térmico.

Este factor se determina a partir de los Grados-Día de Calefacción (HDD, Heating Degree Days), definidos como:

$$HDD = (18 - T_m) \times d \text{ si } T_m \leq 15^\circ C$$

$$HDD = 0 \text{ si } T_m > 15^\circ C$$

donde:

- T_m = temperatura media exterior del periodo considerado
- d = número de días del periodo

La temperatura media se calcula como:

$$T_m = \frac{T_{min} + T_{max}}{2}$$

Para el caso de Titulcia, al no disponerse de una serie local completa diaria para el periodo de 20 años inmediatamente anterior, se ha recurrido a datos climáticos obtenidos de la fuente meteoblue, basada en series de simulaciones meteorológicas horarias de largo plazo. Los valores mensuales considerados son los siguientes:

Mes	T_m mensual (°C)	Nº días mes	HDD mensual
Enero	6	31	372
Febrero	8	28	280
Marzo	10,5	31	232,5
Abril	13,5	30	135
Mayo	18	31	0
Junio	23,5	30	0
Julio	26,5	31	0
Agosto	26	31	0
Septiembre	21,5	30	0
Octubre	16	31	0
Noviembre	10	30	240
Diciembre	7	31	341

La suma anual de los HDD resulta:

$$\text{HDD} = 1.600,5$$

Dado que este valor es inferior a 2.150, resulta de aplicación un factor climático de 1,12.

7.1. Índice R1 corregido climáticamente

Aplicando el factor climático al valor del índice R1 previamente obtenido:

$$R1_{\text{corregido}} = 0,669 \times 1,12$$

$$R1_{\text{corregido}} = 0,750$$

Por tanto, el valor del índice R1 corregido climáticamente es:

$$\text{R1} = 0,750$$

8. RESULTADO FINAL Y CONCLUSIÓN

Del cálculo efectuado, a partir de los parámetros de diseño de la instalación, se obtienen los siguientes resultados:

- Índice R1 sin corrección climática: 0,669
- Índice R1 con aplicación del factor climático: 0,750

Ambos valores son superiores al umbral mínimo de 0,65 exigido por la Directiva 2008/98/CE para instalaciones autorizadas con posterioridad al 31 de diciembre de 2008.

En consecuencia, la futura Planta de Valorización Energética del Centro de Tratamiento de Residuos "Jarama" puede ser considerada, a los efectos de la normativa aplicable, como una instalación de valorización energética (operación R1) y no como una instalación de eliminación.

Dado que la instalación se configura mediante dos líneas de valorización de idénticas características y prestaciones técnicas, el valor obtenido se considera representativo de cada línea de incineración en condiciones nominales de funcionamiento, de conformidad con las especificaciones técnicas de diseño consideradas en el presente informe.

El presente cálculo se ha realizado para una instalación nueva, a partir de las especificaciones técnicas y parámetros de diseño actualmente definidos para la planta, y se emite a los efectos de su verificación por el órgano competente conforme al artículo 40 del Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre.

9. CERTIFICACIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE DEL VALOR R1

A los efectos de lo previsto en el artículo 40 del Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, Fichtner, como entidad técnica independiente redactora del presente informe, certifica que el cálculo del índice de eficiencia energética R1 de la futura Planta de Valorización Energética del Centro de Tratamiento de Residuos "Jarama" ha sido realizado a partir de la documentación técnica de diseño, los balances energéticos de proyecto y las hipótesis de funcionamiento nominal recogidas en el presente documento.

De acuerdo con dicho cálculo, el valor del índice R1 obtenido para la instalación es el siguiente:

- R1 sin corrección climática: 0,669
- R1 con aplicación del factor climático: 0,750

Considerando que la instalación está compuesta por dos líneas de valorización energética de idénticas características y prestaciones técnicas, y dado que el cálculo se ha efectuado a partir de los parámetros globales de diseño representativos del conjunto de la planta, Fichtner considera que los valores anteriores son representativos de cada línea de incineración individualmente, en condiciones nominales de funcionamiento.

En consecuencia, y sobre la base de las especificaciones técnicas actualmente definidas para la instalación, cada una de las líneas de valorización energética cumpliría el criterio de eficiencia energética exigido para su clasificación como operación R1, conforme a la Directiva 2008/98/CE y a lo previsto en el artículo 40 del Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre.