

Ficha	RES099: Hibridación en modo alternativo de caldera/s de combustión con bomba de calor de accionamiento eléctrico en edificios residenciales ubicados en la zona climática E1
Código	RES099
Versión	V1.0
Sector	Residencial

1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Hibridación en modo alternativo de caldera/s de combustión existente/s en un edificio de uso residencial privado¹, ubicado en zona climática E1, con bomba de calor de accionamiento eléctrico tipo aire-aire, aire-agua o agua-agua o combinadas, para la calefacción y/o, agua caliente sanitaria (ACS).

En esta ficha no es aplicable las bombas de calor cuyo compresor esté accionado térmicamente.

2 REQUISITOS

La instalación térmica debe disponer de depósito de inercia o acumulador para el suministro de ACS y/o calefacción.

Para poder asignar ahorros a cualquiera de los servicios previstos en las fórmulas del apartado 3, éste debe operar en funcionamiento bivalente alternativo².

3 CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA

El ahorro de energía se medirá en términos de energía final, expresada en kWh/año, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$AE_{TOTAL} = F_P \cdot \left[(D_{CAL} \cdot S) \cdot \left(\frac{1}{\eta_i} - \frac{1}{SCOP} \right) + D_{ACS} \cdot \left(\frac{1}{\eta_i} - \frac{1}{SCOP_{dhw}} \right) \right] \cdot C_b$$

¹ "Uso residencial privado" según el Anejo A "Terminología" del CTE DB HE (Documento Básico de Ahorro de Energía").

² La/s bomba/s de calor funcionará/n hasta una temperatura exterior concreta, según anexo III, por debajo de la cual se detiene, poniéndose en marcha la caldera de combustión. A este sistema se le denomina "bivalente alternativo".

Donde:

F_P	Factor de ponderación ³	1
D_{cal}	Demanda de energía en calefacción del edificio según certificado de eficiencia energética antes de la actuación	kWh/m ² · año
S	Superficie útil habitable del edificio ¹	m ²
D_{ACS}	Demanda de energía ⁴ térmica en agua caliente sanitaria del edificio según certificado de eficiencia energética antes de la actuación o alternativamente conforme al anexo F del DB HE1 del CTE	kWh/año
η_i	Rendimiento de caldera sobre energía referido ⁵ al PCS ⁶	(en tanto por uno)
$SCOP$	Coeficiente de rendimiento estacional de la bomba de calor, en calefacción ⁷	
$SCOP_{dhw}$	Coeficiente de rendimiento estacional de la bomba de la bomba de calor en ACS ⁸	
C_b	Coeficiente de cobertura por bivalencia ⁹ en alternativo	(en tanto por uno)
AE_{TOTAL}	Ahorro anual de energía final total	kWh/año

4 RESULTADO DEL CÁLCULO

F_p	D_{CAL}	S	D_{ACS}	η_i	$SCOP$	$SCOP_{dhw}$	C_b	AE_{TOTAL}	D_i

³ Factor de ponderación para ajustar el valor de la demanda de energía estimado por métodos reconocidos al valor del consumo real de energía final.

⁴ Alternativamente, en caso de sustitución parcial, por ejemplo, cuando se realiza un precalentamiento de un depósito previo al depósito de consumo, se considerará sólo la demanda de energía térmica necesaria para el precalentamiento. Esto es, el calentamiento desde la temperatura de red (DB HE4 del CTE) a la temperatura de consigna deseada en ese depósito.

⁵ Para la conversión de PCI a PCS se usará la fórmula ($PCS = PCI \times F_{conv}$). Para gas natural se utilizará el factor de conversión de $F_{conv} = 1,106$, para gasóleo $F_{conv} = 1,059$, para propano $F_{conv} = 1,087$ y para butano $F_{conv} = 1,083$, según Tabla CB-01 Poderes caloríficos de los combustibles del documento "Diseño de centrales de calor eficientes" https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11_Guia_tecnica_de_diseno_de_centrales_de_calor_eficientes_e_53f312e.pdf.

⁶ O alternativamente el valor de la última inspección.

⁷ Ver Anexo II. En caso de secuencia de varias bombas de calor, el SCOP utilizado en esta expresión será el ponderado, en el caso de ser de diferentes características.

⁸ Ver Anexo II de condiciones generales para cálculo de la eficiencia estacional anual en lo relativo al calentamiento de ACS.

⁹ El coeficiente de cobertura por bivalencia es el porcentaje de la demanda de energía térmica anual cubierta por bombas de calor cuando está combinada con generadores auxiliares (calderas) formando un sistema híbrido. Ver Anexo III. En caso de sustitución total $C_b = 1$. El valor se expresará en tanto por uno con tres decimales.

<i>D_i</i>	<i>Duración indicativa de la actuación¹⁰</i>	<i>años</i>
----------------------	---	-------------

Fecha inicio actuación	
Fecha fin actuación	

Representante del solicitante	
NIF/NIE	
Firma electrónica	

5 DOCUMENTOS PARA LA JUSTIFICACIÓN DE LOS AHORROS DE LA ACTUACIÓN Y SU REALIZACIÓN

1. Ficha cumplimentada y firmada por el representante legal del solicitante de la emisión de CAE.
2. Declaración responsable formalizada por el propietario inicial del ahorro de energía final referida a la solicitud y/u obtención de ayudas públicas para la misma actuación de ahorro de energía según el modelo del Anexo I de esta ficha.
3. Facturas justificativas¹¹ de la inversión realizada que incluyan una descripción detallada de los elementos principales (por ejemplo, aquellos de cuya ficha técnica se toman datos para calcular el ahorro).
4. Informe fotográfico del conjunto caldera/s y la/s bomba/s de calor antes y después de la actuación con identificación de los equipos afectados.
5. Copia de la comunicación de la puesta en servicio presentada en el registro habilitado por el órgano competente de la comunidad autónoma.

¹⁰ Según Recomendación (UE) 2019/1658, de la Comisión, de 25 de septiembre, relativa a la transposición de la obligación de ahorro de energía en virtud de la Directiva de eficiencia energética, o en su defecto a criterio de la persona técnica responsable.

¹¹ Todas las facturas deben contener, como mínimo, los datos y requisitos exigidos por la Agencia Tributaria.

ANEXO I

Declaración responsable formalizada por el propietario inicial del ahorro referida a la solicitud y/u obtención de ayudas o subvenciones públicas para la misma actuación de ahorro de energía

1. Identificación de la actuación de ahorro de energía

Nombre de la actuación	
Código y nombre de la ficha	
Comunidad autónoma en la que se ejecutó la actuación ¹	
Dirección postal de la instalación en que se ejecutó la actuación	
Referencia catastral de la localización de la actuación	
En su caso, número de serie de los equipos	

2. Identificación del propietario inicial del ahorro y del beneficiario

Propietario inicial del ahorro ² (Nombre y apellidos / Razón social)		NIF/NIE	
Domicilio			
Teléfono			
Correo electrónico			

En el caso de que el propietario inicial del ahorro no coincida con el beneficiario del ahorro, completar también la siguiente tabla:

Beneficiario del ahorro ³ (Nombre y apellidos / Razón social)		NIF/NIE	
---	--	---------	--

¹ En el caso de que la actuación exceda el ámbito territorial de una comunidad autónoma, indicar en este apartado: *"Excede el ámbito territorial de una comunidad autónoma"*.

² Persona física o jurídica que lleva a cabo la inversión de la actuación en eficiencia energética.

³ Aquella persona física o jurídica que, siendo titular, arrendatario u ocupante de las instalaciones sobre las que se ha ejecutado la actuación de eficiencia energética, obtiene un impacto positivo de los ahorros de energía final generados.

Domicilio	
Teléfono	
Correo electrónico	

3. Identificación del representante del propietario inicial del ahorro (a indicar únicamente en caso de representación)

Representante (Nombre y apellidos / Razón social)		NIF/NIE	
Domicilio			
Teléfono			
Correo electrónico			

Ostentando poderes suficientes según:

☐ Poder Notarial de fecha _____ y número de protocolo _____.

Se adjunta copia a la presente.

☐ Otro documento (identificar título y fecha de formalización): _____.

Se adjunta copia a la presente.

Manifestando que dichos poderes no se encuentran revocados, modificados ni limitados.

4. Indicación de si el propietario inicial del ahorro o el beneficiario son perceptores del bono social, en sus modalidades eléctrico o térmico.

Perceptor de bono social (Seleccionar las opciones que correspondan)	<input type="checkbox"/> Bono social eléctrico para consumidores vulnerables <input type="checkbox"/> Bono social eléctrico para consumidores vulnerables severos <input type="checkbox"/> Bono social eléctrico en riesgo de exclusión social <input type="checkbox"/> Bono social de justicia energética <input type="checkbox"/> Bono social térmico <input type="checkbox"/> Ninguno de los anteriores
---	---

En relación con la actuación arriba indicada, el abajo firmante:

DECLARA RESPONSABLEMENTE

☐ NO SE HA SOLICITADO a otros organismos o administraciones internacionales, nacionales, autonómicas o locales, una ayuda o subvención para la misma actuación.

☐ SE HA SOLICITADO a otros organismos o administraciones internacionales, nacionales, autonómicas o locales, una ayuda o subvención para la misma actuación, y en ese caso:

☐ Se ha obtenido dicha ayuda o subvención para la misma actuación.

☐ No se ha obtenido dicha ayuda o subvención para la misma actuación.

☐ Está pendiente de resolución dicha ayuda o subvención solicitada para la misma actuación.

En todo caso, se deberán indicar los siguientes datos para cada ayuda o subvención:

Denominación del programa de ayuda	
Entidad u órgano gestor	
Año	
Disposición reguladora	
Número de expediente	
Estado de la concesión	
Fecha de solicitud	
Fecha de la resolución de concesión	
Cuantía de la ayuda obtenida o esperada	

Denominación del programa de ayuda	
Entidad u órgano gestor	
Año	
Disposición reguladora	
Número de expediente	
Estado de la concesión	
Fecha de solicitud	
Fecha de la resolución de concesión	
Cuantía de la ayuda obtenida o esperada	

Asimismo, se COMPROMETE a comunicar cualquier modificación o variación de las circunstancias anteriores en un plazo máximo de cinco días al sujeto obligado o sujeto delegado con el que haya formalizado el convenio CAE.

Y para que así conste, firma la presente en _____, a ____ de _____ de 20____.

Fdo.: _____

(Firma del propietario inicial del ahorro o representante del mismo).

ANEXO II

Fórmulas para obtener los coeficientes de rendimiento estacional sobre energía final en calefacción (SCOP) o ACS (SCOP_{dhw}), para cada bomba de calor de accionamiento eléctrico

Los coeficientes de rendimiento estacional de la bomba de calor sobre energía final, en calefacción o ACS, se calcularán a partir de los rendimientos estacionales¹ sobre energía primaria según las expresiones simplificadas siguientes²:

Calefacción	ACS ³
$SCOP = CC \cdot (\eta_{S,h} + F(1) + F(2))$	$SCOP_{dhw} = CC \cdot \eta_{hw}$

BOMBA(S) DE CALOR AEROTÉRMICAS Y DEPÓSITOS NO SUMINISTRADOS COMO CONJUNTO

En los casos en los que la(s) bomba(s) de calor aerotérmicas caliente(n) depósito(s) de ACS o depósito(s) de inercia para producción instantánea de ACS (mediante, por ejemplo, estaciones de producción), etc., que no forman parte de un conjunto⁴, el dato⁵ del SCOP_{dhw} para el cálculo de ahorro de energía final se obtendrá en función de la zona climática establecida en la Tabla A del Anejo B del CTE y del COP a temperaturas⁶ (A7/W45) o (A7/W55) a partir de la expresión siguiente⁷:

$$SCOP_{dhw} = COP_{A7/Wxx} \times F_C$$

¹ Hasta la actualización de los reglamentos de ecodiseño, se tomará el valor de 2,5 para el coeficiente de energía primaria de la electricidad "CC".

² El factor F(1) = 3% para bombas de calor aerotérmicas, geotérmicas e hidrotérmicas. El factor F(2) = 5% cuando las bombas de calor son hidrotérmicas y usan sistemas de captación de agua subterránea de circuito abierto. En todos los demás casos F(2) = 0%. Punto 3.3 Cálculo de F(i) para enfriadoras de confort, acondicionadores de aire y bombas de calor de la Comunicación de la Unión Europea 2017/C 229/01.

³ Fórmula solo aplicable a depósitos suministrados como conjunto de la bomba de calor, para otros casos ver apartados de Anexo II.

⁴ La norma UNE-EN 16147 aplica únicamente a los equipos suministrados como conjunto, por lo que es necesario un método de cálculo para los equipos no suministrados como conjunto. No obstante, si la temperatura prevista de acumulación de ACS es inferior a 55°C (precalentamiento en acumuladores previos), el método de cálculo del SCOP es el de depósito no suministrado como conjunto, aun cuando se suministre como conjunto.

⁵ La temperatura de acumulación en ACS considerada, en la metodología de cálculo, es inferior en 5K a la temperatura de impulsión de primario.

⁶ Obtenido en las condiciones indicadas en la UNE-EN 14511.

⁷ Para bombas de calor aerotérmicas cuyo refrigerante es CO₂, la expresión será: SCOP_{dhw} = COP_{Axx/W10-60}, donde el dato de COP se aportará a una temperatura de impulsión de 60 °C, a una temperatura de entrada de agua fría de 10 °C y al menos en condiciones climáticas medias para ACS (7 °C de temperatura exterior media anual), o para las condiciones climáticas cálidas en ACS (14 °C de temperatura media anual) para la zona climática del CTE considerada, según la tabla del caso 1. En los casos de secuencia de varias bombas de calor, el COP utilizado en esta expresión será el ponderado de las bombas de calor instaladas, en caso de ser de diferentes características.

SCOP _{dhw}	Coeficiente de rendimiento estacional en ACS de la bomba de calor accionada eléctricamente para la zona climática del considerada.
COP _{A7/W55}	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura exterior de 7°C y temperatura de impulsión de 55 °C, para una acumulación de ACS a 50 °C.
COP _{A7/W45}	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura exterior de 7°C y temperatura de impulsión 45°C, para una acumulación a ACS a 40 °C.
A7	Temperatura de entrada de aire exterior (7 °C).
W55	Temperatura de impulsión (55 °C) ⁸ de la bomba de calor.
F _C	Factor de corrección ⁹ .

Donde el factor de corrección F_C se obtendrá de la tabla siguiente.

Temperatura de impulsión	45 °C	55 °C
Clima CTE	F _C	F _C
E1	1,058	1,048

⁸ La superficie de intercambio del interacumulador o acumulador, su geometría, la disposición de las tomas, el dimensionamiento del intercambiador de placas en su caso, el caudal en circulación, su aislamiento, etc. deben ser acordes con las instrucciones y/o recomendaciones del fabricante para su uso con bomba de calor y para las temperaturas y saltos térmicos considerados.

⁹ En función de la zona climática establecida en la Tabla a – Anejo B del DB HE del CTE y en función de la temperatura de acumulación de ACS o de inercia (para producción instantánea) prevista.

BOMBA(S) DE CALOR GEOTÉRMICAS E HIDROTÉRMICAS Y DEPÓSITOS NO SUMINISTRADOS COMO CONJUNTO.

Para las bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas, en el caso de que los depósitos de ACS¹⁰ no estén suministrados como conjunto, se aplicarán las fórmulas siguientes a partir del COP a temperaturas¹¹ (A7/W45) o (A7/W55) a partir de la expresión siguiente¹² :

Bombas de calor geotérmicas	Bombas de calor hidrotérmicas
$SCOP_{dhw} = COP_{B0/Wxx} \times FP$	$SCOP_{dhw} = COP_{W10/Wxx} \times FP$

$SCOP_{dhw}$	Coeficiente de rendimiento estacional en ACS de la bomba de calor accionada eléctricamente para la zona climática del considerada.
$COP_{B0/W55}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura de captación (0°C) y temperatura de impulsión de 55 °C, para una acumulación de ACS a 50 °C.
$COP_{B0/W45}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura de captación (0°C) y temperatura de impulsión de 45 °C, para una acumulación de ACS a 40 °C.
$COP_{W10/W55}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura de captación (10°C) y temperatura de impulsión de 55 °C, para una acumulación de ACS a 50 °C.
$COP_{W10/W45}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura de captación (10°C) y temperatura de impulsión de 45 °C, para una acumulación de ACS a 40 °C.

¹⁰ La superficie de intercambio del intercambiador o acumulador, su geometría, la disposición de las tomas, el dimensionamiento del intercambiador de placas en su caso, el caudal en circulación, su aislamiento, etc. deben ser acordes con las instrucciones y/o recomendaciones del fabricante para su uso con bomba de calor y para las temperaturas y saltos térmicos considerados.

¹¹ Obtenido en las condiciones indicadas en la UNE-EN 14511.

¹² Para bombas de calor aerotérmicas cuyo refrigerante es CO₂, la expresión será: $SCOP_{dhw} = COP_{Axx/W10-60}$, donde el dato de COP se aportará a una temperatura de impulsión de 60 °C, a una temperatura de entrada de agua fría de 10 °C y al menos en condiciones climáticas medias para ACS (7 °C de temperatura exterior media anual), o para las condiciones climáticas cálidas en ACS (14 °C de temperatura media anual) para la zona climática del CTE considerada, según la tabla del caso 1. En los casos de secuencia de varias bombas de calor, el COP utilizado en esta expresión será el ponderado de las bombas de calor instaladas, en caso de ser de diferentes características.

B0	Para bombas de calor geotérmicas, temperatura de entrada del glicol (Brine) al evaporador.
W10	Para bombas de calor hidrotérmicas, temperatura de entrada del agua al evaporador.
F _P	Factor de ponderación en función de la zona climática del CTE.

Considerando los factores¹³ de ponderación y corrección siguientes:

<i>Fuente Energética de la bomba de calor</i>	<i>E1</i>
Energía Hidrotérmica.	0,80
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	0,85
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,03
Energía Geotérmica de circuito abierto	1,09

Todos los depósitos deberán cumplir el reglamento de ecodiseño y/o etiquetado que les sea de aplicación¹⁴.

¹³ Los factores para bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas de la tabla se han obtenido del documento “*Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios, de IDAE*”.

¹⁴ La superficie de intercambio del interacumulador, su geometría, la disposición de las tomas, el dimensionamiento del intercambiador de placas en el caso de acumuladores, el caudal en circulación, su aislamiento, etc. deben ser acordes con las instrucciones y/o recomendaciones del fabricante para su uso con bomba de calor y para las temperaturas y saltos térmicos considerados.

ANEXO III

Tabla de coeficientes de cobertura por bivalencia alternativa para bombas de calor híbridadas con calderas de combustión existentes en edificios residenciales ubicados en zona climática E1

Tabla de coeficientes ¹ de cobertura por bivalencia alternativa para bombas de calor ²				
Tª de bivalencia	Aerotermia		Geotermia o hidrotermia	
	Potencia mínima (%)	Coeficiente de cobertura (%)	Potencia mínima (%)	Coeficiente de cobertura (%)
>=-6 y <-5				
>=-5 y <-4	141,62%	99,00%	100,00%	100,00%
>=-4 y <-3	130,07%	96,63%	95,00%	99,00%
>=-3 y <-2	119,26%	92,73%	90,00%	96,63%
>=-2 y <-1	109,13%	88,38%	85,00%	92,73%
>=-1 y <0	99,61%	81,81%	80,00%	88,38%
>=0 y <1	90,65%	74,35%	75,00%	81,81%
>=1 y <2	82,19%	64,24%	70,00%	74,35%
>=2 y <3	74,21%	54,34%	65,00%	64,24%
>=3 y <4	66,61%	45,28%	60,00%	54,34%
>=4 y <5	59,43%	36,39%	55,00%	45,28%
>=5 y <6			50,00%	36,39%
>=6 y <7				
>=7 y <8				
>=8 y <9				
>=9 y <10				
>=10 y <11				
>=11 y <12				
>=12 y <13				
>=13 y <14				
>=14 y <15				

¹ Porcentaje de cobertura sobre la demanda de energía anual en función del porcentaje de potencia de la bomba de calor aerotérmica y geotérmica o hidrotérmica, para zona climática E1. El coeficiente de cobertura de bivalencia ya incluye factores de degradación de potencia térmica al descender la temperatura exterior.

² Para una potencia nominal en condiciones UNE-EN 14511 (A7/Wxx). Para porcentajes intermedios de potencia nominal de bomba de calor se interpolará linealmente entre los valores de la tabla más próximos.

CALCULOS

ESTUDIO PTE

Referencias

- Ficha Procedimiento - Sede Electrónica MITECO
- BOE-A-2024-14816 Resolución de 3 de julio de 2024, de la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética, por la que se actualiza el Anexo I de la Orden TED/845/2023, de 18 de julio, por la que se aprueba el catálogo de medidas estandarizadas de eficiencia energética.



IberCAE

1 de septiembre de 2024