

NOTA INFORMATIVA SOBRE LA INSTALACIÓN DE BOMBAS DE CALOR PARA PRODUCCIÓN DE ACS EN CUMPLIMIENTO DEL DB HE4-2013 Y DB HE4-2019

Fecha actualización: 9 de septiembre de 2020

1. INTRODUCCIÓN

Según la Directiva 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, se considera la energía ambiente como una energía renovable y la define como *“la energía térmica presente de manera natural y la energía acumulada en un ambiente confinado, que puede almacenarse en el aire ambiente (excluido el aire de salida) o en las aguas superficiales o residuales”*. Asimismo, establece que las bombas de calor que permiten la utilización de energía ambiente y geotérmica a un nivel de temperatura útil necesitan electricidad u otra energía auxiliar para funcionar. Por consiguiente, la energía ambiente y geotérmica utilizada para calefacción y refrigeración mediante bombas se tendrá en cuenta siempre que la producción final de energía supere de forma significativa el insumo de energía primaria necesaria para impulsar la bomba de calor.

La cantidad de energía aerotérmica, geotérmica o hidrotérmica capturada por bombas de calor que debe considerarse energía procedente de fuentes renovables a efectos de la Directiva 2018/2001 se calculará de conformidad con la metodología establecida en el anexo VII y sólo computarán como renovable aquellas bombas de calor con un SPF superior a $1,15 * 1/\eta$. La Comisión, mediante la Decisión 2013/114/UE, fija el valor de la eficiencia del sistema de energía (η) en 0,455 (45,5%). Como consecuencia, el SPF mínimo de corte ($SCOP_{net}$) de las bombas de calor accionadas eléctricamente, que debe considerarse, para que éstas capturen energía renovable, es 2,5. Por tanto, las bombas de calor con un valor de SPF eléctrico inferior a 2,5 no se consideran como renovables.

En la Decisión se establece que la determinación del SPF, es decir del $SCOP_{net}$ para las bombas de calor accionadas eléctricamente, debe efectuarse de acuerdo con la norma EN 14825:2016. En esta norma, se define el $SCOP_{net}$ como la eficiencia energética estacional de una unidad en modo activo de calefacción sin calefactores eléctricos suplementarios. Sin embargo, para la producción de agua caliente sanitaria, existen actualmente otras normas en vigor como la norma UNE –EN 16147:2017 y el Reglamento Delegado (UE) No 812/2013 de la Comisión de 18 de febrero de 2013, de obligado cumplimiento para calentadores de agua con bomba de calor con potencia calorífica nominal ≤ 70 kW, que permite evaluar más correctamente el factor de rendimiento medio estacional de las bombas de calor para este uso ($SCOP_{dhw}$).

Hay que destacar en las bombas de calor con un valor de SPF superior a 2,5, sólo una parte de la energía proporcionada por las bombas de calor aerotérmicas, geotérmicas o hidrotérmicas

podrá considerarse como energía procedente de fuente renovable. Esta aportación renovable (E_{RES}), en kWh, debe calcularse según la fórmula del Anexo VII de la Directiva:

$$E_{RES} = Q_{usable} \times \left(1 - \frac{1}{SPF}\right)$$

siendo Q_{usable} =el calor útil total estimado proporcionado por bombas de calor (kWh)

2. PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DEL SPF ($SCOP_{DHW}$)

En estos momentos, la determinación del factor de rendimiento estacional, SPF, de las bombas de calor para uso agua caliente sanitaria puede realizarse mediante tres métodos:

- Norma UNE EN 16147:2017.
- Reglamentos Delegados UE nº 811/2013 y nº 812/2013 de 18 de febrero.
- A través del procedimiento detallado en el documento “Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios” publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo a través del IDEA.

2.1 NORMA UNE EN 16147:2017

La norma europea UNE EN 16147:2017 establece los ensayos y requisitos para el mercado de equipos bomba de calor con compresor accionado eléctricamente, para producción de agua caliente sanitaria. Esta norma está referida a un método de ensayo para distintos perfiles de consumo y temperaturas de trabajo. Permite obtener el coeficiente de rendimiento medio estacional, en términos de energía final, $SCOP_{DHW}$.

La norma UNE EN 16147:2017 considera el rendimiento medio estacional $SCOP_{DHW}$ igual al rendimiento nominal COP_{DHW} , cuando éste ha sido determinado en las condiciones del ensayo que se especifican en la tabla a continuación (tabla 1), en el clima específico para las unidades externas (La Comunidad Valenciana se considera Zona Cálida de acuerdo con la zonificación climática europea) y con el perfil de carga máximo declarado por el fabricante. Esta consideración no es válida si el ensayo del rendimiento nominal COP_{DHW} ha sido realizado con la versión anterior de la norma: UNE EN 16147:2011.

TABLA 1. CONDICIONES DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL COP_{DHW}

Fuente de calor	Aire exterior	Agua (geotérmica)
Temperatura de bulbo seco (húmedo) de la fuente de calor (°C)	14 (13)	-
Temperaturas de entrada/salida de la fuente de calor (°C)	-	10 / 7
Temperatura de producción ACS (°C)	55	55
Temperatura agua de entrada (°C)	10	10
Rango de temperatura ambiente de la bomba de calor (°C)	de 15 a 30	de 15 a 30
Temperatura ambiente del depósito de almacenamiento (°C)	20	20

El valor del COP_{DHW} y el $SCOP_{DHW}$, para un temperatura de producción de 55°C, pueden obtenerse del ensayo del equipo facilitado por el fabricante.

2.2 REGLAMENTOS DELEGADOS UE nº 811/2013 y nº 812/2013 de 18 de febrero

Tanto el Reglamento Delegado UE nº 811/2013 como el Reglamento Delegado UE nº 812/2013, de la Comisión de 18 de febrero de 2013, complementan la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta al establecimiento de los requisitos aplicables al etiquetado energético de calefactores combinados y de calentadores de agua, respectivamente, con una potencia térmica nominal ≤ 70 kW.

En sus anexos VII y VIII establecen los procedimientos de medición y el método para calcular la eficiencia energética de caldeo de agua de los calentadores de agua y calefactores combinados con bomba de calor. Ambos Reglamentos permiten obtener el coeficiente de rendimiento medio estacional, en términos de energía primaria, η_{wh}

La norma UNE EN 16147:2017 está armonizada con estos reglamentos. La relación que hay entre $SCOP_{DHW}$ y η_{wh} es:

$$SCOP_{DHW} = \frac{\eta_{WH} \times AEC \times CC}{0,6 \times 366 \times Q_{ele}}$$

Donde

$SCOP_{DHW}$ = coeficiente de rendimiento medio estacional del caldeo de agua en términos de energía final

η_{wh} = eficiencia energética estacional del caldeo de agua (%) en términos de energía primaria

AEC= consumo de electricidad anual de un calentador de agua con el perfil de carga declarado y en determinadas condiciones climáticas, expresado en kWh de energía final

Q_{elect} : consumo de electricidad a lo largo de 24 horas consecutivas con el perfil de carga declarado y en determinadas condiciones climáticas, expresado en kWh de energía final

CC= Coeficiente que refleja la eficiencia estimada de la generación media de la UE del 40 % contemplado en la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo (valor del coeficiente de conversión es $CC = 2,5$)

Los valores de η_{wh} , AEC y Q_{elect} pueden ser obtenidos de la Ficha del producto exigida según Anexo V del Reglamento UE nº 811/ y del Reglamento UE nº 812/2013.

2.3 PROCEDIMIENTO DETALLADO EN EL DOCUMENTO “PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS”

En el caso de que el fabricante no facilite el valor de $SCOP_{DHW}$ calculado según la norma UNE 16147:2017 o no se disponga del valor η_{wh} del equipo, por no serle de aplicación el Reglamento Delegado nº 811/2013 de 18 de febrero de 2013, el Reglamento Delegado 812/2013 de 18 de febrero de 2013 o el Reglamento 814/2013 de 2 de agosto de 2013, podrá

calcularse el $SCOP_{DHW}$ con el procedimiento detallado en el documento “Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios” publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo a través del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, y creado con el objetivo de establecer una metodología de cálculo para que determinadas bombas de calor accionadas eléctricamente puedan ser consideradas como bombas de calor renovables. El documento puede descargarse en:

https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Prestaciones_Medias_Estacionales.pdf

En cualquier caso, se ha de remarcar que el documento “Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios” se trata de un documento de mínimos, que contiene un método sencillo, que puede permitir una primera aproximación a la estimación de los valores de SPF para las distintas tecnologías y aplicaciones de las bombas de calor accionadas eléctricamente. Este documento en ningún caso pretende sustituir los datos de rendimiento determinados y justificados mediante la norma o normas correspondientes.

Para el cálculo del SPF se deberá considerar como temperatura de producción 60°C. Se podrá optar por otra temperatura de producción menor y por tanto ajustar el valor de SPF a esta temperatura siempre que la instalación así diseñada cumpla con el Real Decreto 865/2013 de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis y la versión actualizada del Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas. En ningún caso se aceptarán cálculos con temperatura de producción inferiores a 45°C.

3. CUMPLIMIENTO DE LA HE4 DEL CTE CON AEROTERMIA

En función de la fecha de solicitud de licencia de obras del proyecto, deberá cumplirse lo dispuesto en cada uno de los documentos reglamentarios:

- DB HE 2013: Si la solicitud de licencia de obras es posterior a 12 de marzo de 2014.
- DB HE 2019: Si la solicitud de licencia de obras es posterior a 23 de septiembre de 2020, o si se está en alguno de los supuestos contemplados en la [Nota informativa](#) sobre la reanudación del cómputo de plazos en la aplicación del Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre o si habiéndose solicitado licencia de obras en el periodo voluntario de aplicación del Real Decreto 732/2019, se decide cumplir voluntariamente el CTE-2019.

3.1. DB HE 2013

La Orden FOM/1635/2013 de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE “Ahorro de Energía”, del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, establece la exigencia de instalar paneles solares térmicos para producción de agua caliente sanitaria (ACS) en los siguientes casos:

- a) En los edificios de nueva construcción o en los edificios existentes en los que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 50 l/día.
- b) Ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial.
- c) Climatizaciones de piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

El documento HE-4 del Código Técnico de la Edificación (CTE) de 2013, no obstante, permite que esta contribución solar mínima para ACS y/o climatización de piscinas cubiertas pueda sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, bien realizada en el propio edificio o bien a través de la conexión a una red de climatización urbana. En el caso de bombas de calor (aeroterminia), para poder realizar esta sustitución, se debe justificar documentalmente:

1. Que la bomba de calor que se vaya a instalar tenga la consideración de renovable, esto es su $SCOP_{net}$ (SPF) sea \geq es 2,5.
2. Que las emisiones de CO_2 y el consumo de energía primaria no renovable debido a la instalación de bomba de calor y todos sus equipos auxiliares para cubrir la demanda total de ACS (y calefacción si se considera necesario) son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica (contribución solar mínima según tabla 2.1 de la HE4-CTE) y el sistema de referencia (caldera gas natural con rendimiento estacional 0,92, de acuerdo con la tabla 2.2 de la sección HE0-CTE), como sistema auxiliar de apoyo para la demanda comparada.

RENOVABLE	$SCOP_{DHW} \geq 2,5$ (según UNE 16147:2017 o Reglamento Delegado UE nº 811/2013 -812/2013)
EMISIONES DE CO₂	$Emisiones\ CO_2\ aeroterminia \leq Emisiones\ CO_2\ referencia$ Referencia: instalación solar térmica + caldera GN $\eta=92\%$
EP NO RENOVABLE	$Energía\ Primaria\ aeroterminia \leq Energía\ Primaria\ referencia$ Referencia: instalación solar térmica + caldera GN $\eta=92\%$

A efectos de calcular el consumo de energía primaria no renovable y las emisiones de CO₂ de la instalación solar térmica + sistema de referencia y de la instalación de bomba de calor se deberá tener en consideración lo siguiente:

- El rendimiento estacional 0,92 corresponde al cociente entre la energía útil aportada y el consumo de energía final, calculado sobre el Poder Calorífico Inferior (PCI) para producción ACS durante un período de un año.
- Los valores de consumo de energía primaria obtenidos a partir de los factores de paso, de acuerdo con la tabla 2 del presente documento, también están referidos, en su caso, al Poder Calorífico Inferior, por lo que para realizar la comparativa de los consumos de energía primaria, no es necesario realizar ninguna conversión para referir los consumos de energía al Poder Calorífico Superior.
- La demanda de ACS se calculará para todo el edificio o vivienda unifamiliar (según corresponda) y siguiendo lo dispuesto en el apartado 4 de la HE4-CTE. El valor de demanda de ACS a cubrir por la instalación solar térmica + sistema de referencia y la instalación de bomba de calor será el mismo.
- La contribución solar mínima anual para ACS en % se seleccionará de la tabla 2.1 del apartado 2 de la HE4-CTE en función de la demanda total de ACS del edificio o vivienda unifamiliar, según corresponda. En el caso de edificios de viviendas es incorrecto seleccionar el % de contribución solar mínima en función de la demanda individual de ACS de cada vivienda, este % debe seleccionarse para la demanda de ACS total del edificio.
- No se podrán computar los consumos de bombas de circulación ni de otros sistemas auxiliares correspondientes a la instalación solar térmica.
- En el caso de edificios de viviendas donde se instalen diferentes modelos de bomba de calor el SCOP_{DHW ponderado} se calculará en función de la demanda de ACS cubierta por cada uno de los equipos (litros/día o kWh/día) y no en función del número de equipos instalados de cada tipo.
- Para poder computar la contribución renovable en calefacción, la misma bomba de calor debe producir calefacción y ACS. Además, se deberá justificar que la bomba de calor tiene un SCOP_{calefacción} (SPF) $\geq 2,5$ y un SCOP_{DHW} (SPF) $\geq 2,5$. En este caso, la demanda de calefacción cubierta por el equipo de aerotermia, se obtendrá a partir de la simulación energética con alguno de los programas de cálculo de calificación energética de edificios reconocido por el Ministerio para la Transición Ecológica.

Los coeficientes de paso que se utilicen en la elaboración de esta justificación son los publicados como documento reconocido por Resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento, versión 20 de julio de 2014.

TABLA 2. Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España.

FUENTE DE ENERGÍA	FACTORES DE PASO DE ENERGÍA FINAL	
	A Energía Primaria No Renovable (kWh _{EPNR} /kWh _{EF})	A Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /kWh _{EF})
Electricidad	1,954	0,331
Gas Natural	1,190	0,252

3.2. DB HE 2019

El Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, establece la exigencia de instalar energías renovables para producción de agua caliente sanitaria (ACS) en los siguientes casos:

- edificios de nueva construcción con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d.
- edificios existentes con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, en los que se reforme íntegramente, bien el edificio en sí, o bien la instalación de generación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo.
- ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;
- climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación de generación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

El edificio debe contar con una contribución de energía renovable para la demanda de ACS y climatización del vaso de piscina de:

- un 60% cuando la demanda anual de ACS sea menor de 5000l/d
- un 70% cuando la demanda anual de ACS sea mayor o igual de 5000l/d

La demanda de ACS y climatización incluye las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación y se considera únicamente la aportación renovable de la energía con origen in situ o en las proximidades del edificio.

Hay que tener en cuenta también que la utilización de bombas de calor destinadas a la producción de ACS y/o climatización de piscina, tendrán que tener como mínimo los siguientes rendimientos para poder considerar su contribución renovable:

- funcionamiento eléctrico: $SCOP_{dhw} > 2.5$
- funcionamiento térmico: $SCOP_{dhw} > 1.15$

El técnico proyectista será el responsable de garantizar que la bomba de calor definida en el proyecto de ejecución o de las instalaciones térmicas tiene suficiente potencia térmica para cubrir con garantías el porcentaje de energía renovable exigido, según el CTE DB HE 4 y no se encenderá, en condiciones normales de funcionamiento, la resistencia eléctrica de apoyo de la bomba de calor. En caso de que no sea así se deberá estimar la demanda de ACS cubierta por la bomba de calor y la demanda de ACS cubierta por la resistencia eléctrica de apoyo y no computar como renovable esta última.

SCOP_{DHW}	SCOP _{DHW} > 2,5 (eléctrico) ó SCOP _{DHW} > 1,15 (térmico) (calculado según UNE 16147:2017 ó Reglamento Delegado UE nº 811/2013 - 812/2013)
% ENERGÍA RENOVABLE	Demanda ACS < 5000 l/d → 60% Demanda ACS ≥ 5000 l/d → 70%
SISTEMA MEDIDA ENERGÍA SUMINISTRADA	Debe existir un sistema de medición conforme a lo establecido en el RITE.

Además, se posibilita que la contribución renovable pueda sustituirse parcial o totalmente con recuperación de energía residual siempre y cuando se cumplan los siguientes condicionantes:

- La energía residual debe provenir de equipos de refrigeración, deshumectadoras o combustión del motor de bombas de calor accionadas térmicamente.
- Solo se tendrá en cuenta la energía obtenida de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.
- En uso residencial no se puede contabilizar más de un 20% de la energía extraída.

Es por ello que no se podrá contabilizar el aprovechamiento de energía residual de muy baja intensidad energética producida en un tiempo prolongado, dada la dificultad de que, en esas condiciones, la aportación energética pueda contribuir realmente a la producción de ACS.

Además el DB HE 4 exige que debe existir un sistema de medida de la energía suministrada conforme a lo establecido en el RITE.

4. EJEMPLOS DE CÁLCULO

4.1 EJEMPLO 1. CUMPLIMIENTO DB HE 2013

Bomba de calor aerotérmica en una vivienda unifamiliar de nueva construcción en Valencia, para producción de ACS.

La demanda de ACS de la vivienda unifamiliar a 55°C es de 2350 kWh/año.

El fabricante de la bomba de calor justifica el valor de COP_{DHW} mediante Informe de Resultados de Test de Ensayo según Norma UNE 16147: 2017:

TEST REPORT Nº XXXXXXXX

Customer XXXXX

Testing Location XXXXX

RESULTS AT EN 16147: 2017

Air Inlet TDB 14°C TWB 13°C - Ambient temperature 20°C

Air inlet and water supply conditions	Symbol	Unit	Value
Air inlet dry bulb temperature		°C	14
Air inlet wet bulb temperature		°C	13
Ambien temperature of storage tank		°C	20
Temperature of incoming cold water		°C	10

Results			
Load profile			M
Stand-by power input	P_{es}	kW	0,019
Total useful energy content during load profile	Q_{LP}	kWh	6,355
Total electrical energy consumption during load profile	W_{EL-LP}	kWh	2,050
Daily electrical energy consumption	Q_{elec}	kWh	1,979
Coefficient of Performance	COP_{DHW}		3,1
Water heating energy efficiency	η_{wh}	%	131,5
Annual electrical energy consumption	AEC	kWh/a	410
Maximum volume of mixed water at 40°C	V_{40}	l	130,8
Seasonal coefficient of performance	$SCOP_{DHW}$	-	3,1

FIGURA 1. Extracto Ensayo UNE 16147:2017

a. Cálculo del $SCOP_{DHW}$ (SPF)

Se obtiene un valor de $SCOP_{DHW} = 3,1$ según ensayo de fabricante EN 16147:2017.

$$SPF = 3,10 > 2,5$$

En este caso el SPF de la bomba de calor es superior a 2,5 y por tanto **si** puede considerarse como renovable.

b. Justificación de la HE4

Según la tabla 2.1 Contribución solar mínima anual para ACS en %, de la HE4 del CTE, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS es del 50%:

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
demanda < 5000 l/d → 50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

↑
Valencia

Se debe justificar que las emisiones de CO₂ y el consumo de energía primaria no renovable debido a la instalación de bomba de calor y todos sus equipos auxiliares, que cubren la demanda de ACS deben ser iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica (contribución solar mínima según tabla 2.1 del CTE-HE4) y el sistema de referencia (caldera gas natural con rendimiento estacional 0,92) como auxiliar de apoyo.

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL
Demanda ACS (kWh)	2350	2350
Demanda ACS cubierta por paneles solares	0%	50%
Eficiencia estacional equipo	3,10 (SCOP _{net} aerotermia)	0,92 (caldera apoyo)
Fuente de energía	Electricidad	Gas Natural
Consumo energía final (kWh)	2350/3,10 = 758,06	2350 x 0,5 / 0,92 = 1277,17
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	758,06 x 1,954 = 1481,26	1277,17 x 1,190 = 1519,84
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	758,06 x 0,331 = 250,92	1277,17 x 0,252 = 321,85

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)		INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	1481,26	<	1519,84
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	250,92	<	321,85

El consumo de energía primaria no renovable de la bomba de calor es menor a la que se obtendría con una instalación solar térmica y un equipo de apoyo que cumpliera la HE4-CTE →. **Sí** se puede instalar esta bomba de calor en sustitución de los paneles solares térmicos exigidos por el CTE-HE4.

4.2 EJEMPLO 2. CUMPLIMIENTO DB HE 2013 o DB HE 2019

Bomba de calor aerotérmica en un edificio de 30 viviendas de nueva construcción en Alicante, para producción de ACS y calefacción. Instalación de una bomba de calor por vivienda.

El fabricante del equipo de aerotermia, que se proyecta instalar, aporta una ficha del producto:

Ficha de producto de acuerdo con Anexo IV del Reglamento Delegado (UE) 811/2013 de 18 de febrero				
Model(s):		Outdoor unit:		
		Indoor unit:		
Air-to-water heat pump:		yes		
Water-to-water heat pump:		no		
Brine-to-water heat pump:		no		
Low-temperature heat pump:		no		
Equipped with a supplementary heater:		yes		
Heat pump combination heater:		yes		
Parameters for		medium-temperature application.		
Parameters for		warmer climate conditions.		
Item	Symbol	Value	Unit	
Rated heat output (*)	Prated	5.4	kW	
Declared capacity for heating for part load at indoor temperature 20 °C and outdoor temperature Tj				
Tj= - 7 °C	Pdh	-	kW	
Degradation co-efficient (**)	Cdh	-	-	
Tj= + 2 °C	Pdh	4.5	kW	
Degradation co-efficient (**)	Cdh	0.90	-	
Tj= + 7 °C	Pdh	3.3	kW	
Degradation co-efficient (**)	Cdh	0.90	-	
Tj= +12 °C	Pdh	1.7	kW	
Degradation co-efficient (**)	Cdh	0.90	-	
Tj= bivalent temperature	Pdh	2.2	kW	
Tj= operation limit temperature	Pdh	2.5	kW	
Tj = - 15 °C (if TOL < - 20 °C)	Pdh	-	kW	
Bivalent temperature	Tbiv	-7	°C	
Power consumption in modes other than active mode				
Off mode	P _{OFF}	0.005	kW	
Thermostat-off mode	P _{TO}	0.005	kW	
Stanby mode	P _{SB}	0.005	kW	
Crankcase heater mode	P _{CK}	0.000	kW	
Other items				
Capacity control		variable		
Sound power level, indoors/outdoors	L _{WA}	40/53	dBA	
Annual energy consumption	Q _{HE}	1920	kWh	
For heat pump combination heater:				
Declared load profile		L		
Daily electricity consumption	Q _{elec}	3.428	kWh	
Annual electricity consumption	AEC	754	kWh	
Seasonal space heating energy efficiency				
	η _s	145	%	
Declared coefficient of performance or primary energy ratio for part load at indoor temperature 20 °C and outdoor temperature Tj				
Tj= - 7 °C	COP _d	-	-	
Tj= + 2 °C	COP _d	2.02	-	
Tj= + 7 °C	COP _d	3.01	-	
Tj= +12 °C	COP _d	5.13	-	
Tj= bivalent temperature	COP _d	1.76	-	
Tj= operation limit temperature	COP _d	1.40	-	
Tj = - 15 °C (if TOL < - 20 °C)	COP _d	-	-	
Operation limit temperature	TOL	-15	°C	
Heating water operating limit temperature	WTOL	60	°C	
Supplementary heater				
Rated heat output (*)	P _{sup}	0.0	kW	
Type of energy input				
Rated air flow rate, outdoors				
		1746	m ³ /h	
Water heating energy efficiency				
	η _{wh}	146	%	

FIGURA 2. Ficha de producto calefactor combinado

Se proyecta instalar una bomba de calor por vivienda, que cubrirá:

- El 100 % de la demanda de ACS. El equipo seleccionado por vivienda tiene una potencia térmica $P = 5,4 \text{ kW}$, suficiente para cubrir el 100% de la demanda de ACS de la vivienda.
- La demanda de calefacción del salón-comedor y 2 habitaciones ($70 \text{ m}^2/\text{vivienda}$) mediante una distribución interior con radiadores o fan-coils de agua (aplicación media temperatura).

La demanda de ACS del edificio de viviendas a 60°C es de $3360 \text{ l/día}\cdot\text{año}$ ($64.641,19 \text{ kWh/año}$). La demanda de calefacción del edificio (30 viviendas), calculada con la herramienta de cálculo de calificación energética HULC, para los espacios salón comedor y 2 habitaciones es de 22.050 kWh

DEMANDAS ENERGÉTICAS CUBIERTAS POR LOS 30 EQUIPOS DE AEROTERMIA	
ACS	64.641,19 kWh
Calefacción	22.050 kWh

a. Cálculo del SCOP (SPF)

El $SCOP_{DHW}$ en modo producción ACS es:

$$SCOP_{DHW} = \frac{\eta_{WH} \times AEC \times CC}{0,6 \times 366 \times Q_{ele}} = \frac{1,46 \times 754 \times 2,5}{0,6 \times 366 \times 3,428} = 3,66$$

El $SCOP_s$ en modo calefacción es:

$$SCOP_s = (\eta_s + 3\%) \times 2,5 = \left(\frac{145 + 3}{100} \right) \times 2,5 = 3,7$$

$SCOP_{DHW} = 3,66 > 2,5$ **SÍ** puede considerarse como renovable en modo ACS

$SCOP_s = 3,7 > 2,5$ **SÍ** puede considerarse como renovable en modo Calefacción

b. Justificación de la HE4

REGLAMENACIÓN DB HE 2013

Según la tabla 2.1 Contribución solar mínima anual para ACS en %, de la HE4 del CTE 2013, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS es del 60%

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
demanda < 5000 l/d → 50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

↑
Alicante

JUSTIFICACIÓN SÓLO ACS

Se debe justificar que las emisiones de CO₂ y el consumo de energía primaria no renovable debido a la instalación de bomba de calor y todos sus equipos auxiliares, que cubren la demanda de ACS deben ser iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica (contribución solar mínima según tabla 2.1 del CTE-HE4) y el sistema de referencia (caldera gas natural con rendimiento estacional 0,92) como auxiliar de apoyo.

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL
	ACS	ACS
Demanda ACS (kWh)	64.641,19	64.641,19
Demanda ACS cubierta por paneles solares	0%	60%
Eficiencia estacional equipo	3,66 (SCOP _{DHW} aerotermia)	0,92 (caldera apoyo)
Fuente de energía	Electricidad	Gas Natural
Consumo energía final (kWh)	$64.641,19 / 3,66 = 17.661,53$	$64.641,19 \times 0,4 / 0,92 = 28.104,87$
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	$17.661,53 \times 1,954 = \mathbf{34.510,62}$	$28104,87 \times 1,190 = \mathbf{33.444,79}$
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	$17.661,53 \times 0,331 = \mathbf{5.845,97}$	$28104,87 \times 0,252 = \mathbf{7.082,43}$

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)		INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	34.510,62	>	33.444,79
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	5.845,97	<	7.082,43

El consumo de energía primaria no renovable de la bomba de calor proyectada, justificación sólo ACS, es mayor a la que se obtendría con una instalación solar térmica y un equipo de apoyo que cumpliera el CTE-HE4. Por lo tanto, con la justificación sólo ACS, la bomba de calor **NO** cumple.

JUSTIFICACIÓN ACS+ CALEFACCIÓN

El equipo propuesta puede cubrir la demanda de ACS y parte de la demanda de calefacción del edificio. Es por ello que en este caso, la HE4 del CTE permite la justificación si las emisiones de CO₂ y el consumo de energía primaria no renovable debido a la instalación de bomba de calor y todos sus equipos auxiliares para cubrir la demanda total de ACS y calefacción

son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica (contribución solar mínima según tabla 2.1 HE4-CTE) y el sistema de referencia (caldera gas natural con rendimiento estacional 0,92, de acuerdo con la tabla 2 HE0-CTE), como sistema auxiliar de apoyo para la demanda comparada.

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA) CALEFACCIÓN	INSTALACIÓN CALDERA GAS NATURAL CALEFACCIÓN
Demanda Calefacción (kWh)	22.050,00	22.050,00
Eficiencia estacional equipo	3,7 (SCOP _s aerotermia)	0,92 (caldera apoyo)
Fuente de energía	Electricidad	Gas Natural
Consumo energía final (kWh)	22.050/3,7 = 5.959,46	22.050/0,92 = 23.937,39
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	5.959,46 x 1,954= 11.644,78	23.937,39 x 1,190= 28.521,20
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	5.959,46 x 0,331= 1.972,58	23.937,39 x 0,252= 6.039,78

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA) ACS + CALEFACCIÓN		INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL ACS+CALEFACCIÓN
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	46.155,41	<	61.966,00
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	7.818,55	<	13.122,21

El consumo de energía primaria no renovable de la bomba de calor proyectada para cubrir la demanda de ACS (64.641,19 kWh) y calefacción (22.050 kWh) es menor a la que se obtendría con el sistema de referencia → **SÍ** se puede instalar esta bomba de calor en sustitución de los paneles solares térmicos exigidos por el CTE-HE4.

REGLAMENTACIÓN DB HE 2019

Demanda de ACS = 3.360 l/día·año < 5.000 l/día·año → 60% debe cubrirse con renovables

La energía renovable utilizada puede calcularse como:

$$E_{RES} = Q_{usable} \times \left(1 - \frac{1}{SPF}\right) = 64.641,19 \times \left(1 - \frac{1}{3,66}\right) = 46.979,66 \text{ kWh}$$

siendo:

E_{RES} : Energía procedente de fuentes renovables (kWh)

Q_{usable} : Calor útil total estimado proporcionado por la bomba de calor (kWh)

$$\% \text{Renovable} = \frac{E_{RES}}{Q_{usable}} = \frac{46.979,66}{64.641,19} = 72,67\% > 60\%$$

Esta bomba de calor **SI** cumple las exigencias de la DB HE 2019

Estos resultados no significan que la nueva reglamentación DB HE 2019 sea menos estricta que la DB HE 2013. La sección HE4 del CTE 2019 permite la instalación de bombas de calor para ACS con menor SCOP_{DHW} que el exigido con la anterior reglamentación, HE4 del 2013, sin embargo el documento HE0 del CTE 2019 es mucho más limitante, por lo que difícilmente un edificio de viviendas que instale bombas de calor con SCOP_{DHW} = 2,6 podrá cumplir la exigencia HE0 Limitación del consumo energético, si no se instalan otras energías renovables que cubran parte o el total de la demanda de calefacción, refrigeración y/o disponga de instalaciones eléctricas de autoconsumo renovables.

4.3 EJEMPLO 3. CUMPLIMIENTO DB HE 2013 o DB HE 2019

Bomba de calor aerotérmica en un edificio de viviendas de nueva construcción en Castellón, para producción de ACS. Instalación de una bomba de calor por vivienda.

La bomba de calor que se pretende instalar en cada vivienda tiene un COP nominal para calefacción a 35º C de 4,00, ensayado según Norma UNE EN 14511: 2014, dato facilitado por el fabricante. El fabricante no dispone del valor del SCOP_{DHW} ni del valor de η_{wh} por haber sido ensayado el equipo únicamente como sólo calefacción.

Para determinar el SPF de la bomba de calor precisamos conocer el factor de ponderación (FP) y factor de corrección (FC) correspondientes.

a. Cálculo del SCOPnet (SPF)

El cálculo del SCOPnet se calculará según procedimiento descrito en el documento "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios" (ver punto 2 de este documento). Para determinar el SPF de la bomba de calor precisamos conocer el factor de ponderación (FP) y factor de corrección (FC) correspondientes. $SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC$ El FP se obtendrá de la tabla 4.1 conforme a la zona climática del emplazamiento de la vivienda unifamiliar y al tipo de bomba de calor empleado.

$$SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC$$

El FP se obtendrá de la tabla 4.1 conforme a la zona climática del emplazamiento de la vivienda unifamiliar y al tipo de bomba de calor empleado.

Tabla 4.1: Factor de ponderación (FP) para sistemas de Calefacción y/o ACS con bombas de caloren función de las fuentes energéticas, según la zona climática.

Fuente Energética de la bomba de calor	Factor de Ponderación (FP)				
	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Energía Aerotérmica. Equipos individuales tipo split	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
Energía Hidrotérmica.	0,99	0,96	0,92	0,86	0,80
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Energía Geotérmica de circuito abierto	1,31	1,30	1,23	1,17	1,09

Castellón es zona severidad climática B en invierno y el tipo de bomba de calor es Energía Aerotérmica. Equipos individuales tipo split, por lo que el factor de ponderación que le corresponde es de 0,68.

La temperatura elegida de producción de ACS es de 55 °C por lo que según la tabla 4.2 de factores de corrección le corresponde el valor de 0,61.

Tabla 4.2: Factores de corrección (FC) en función de las temperaturas de condensación, según la temperatura de ensayo del COP.

Tª de condensación (°C)	Factor de Corrección (FC)					
	FC (COP a 35°C)	FC (COP a 40°C)	FC (COP a 45°C)	FC (COP a 50°C)	FC (COP a 55°C)	FC (COP a 60°C)
35	1,00	--	--	--	--	--
40	0,87	1,00	--	--	--	--
45	0,77	0,89	1,00	--	--	--
50	0,68	0,78	0,88	1,00	--	--
55	0,61	0,70	0,79	0,90	1,00	--
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,90	1,00

Aplicando la fórmula para la determinación del rendimiento estacional tenemos que:

$$SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC = 4,00 \times 0,68 \times 0,61 = 1,66 < 2,5$$

En este caso el SPF de la bomba de calor es inferior a 2,5 y por tanto NO podría considerarse como renovable. **NO** se puede instalar esta bomba de calor para cumplir la HE4 del CTE 2013 o del CTE 2019.

5. LAS BOMBAS DE CALOR EN LOS PROGRAMAS DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

5.1 LA BOMBA DE CALOR COMO ENERGÍA RENOVABLE

En el caso de bombas de calor cuyo SPF > 2,5 y por tanto tengan la consideración de renovable, las herramientas de cálculo de calificación energética: HULC, Cerma, CE3x y CE3 ya evalúan la contribución renovable de estas bombas de calor a partir del dato de COP_{nominal} que el técnico certificador introduce en las herramientas. En ningún caso se debe introducir un valor >0 en las casillas que las herramientas de cálculo destinan a contribuciones energéticas-fuentes de energías renovables pues resultaría en un cómputo doble de la contribución renovable de la bomba de calor.

A modo de ejemplo se muestran las pantallas de los programas HULC y CE3x que hacen referencia a lo indicado en el párrafo anterior (contribuciones energéticas-fuentes de energías renovables), aunque es extrapolable al resto de herramientas (Cerma y CE3):

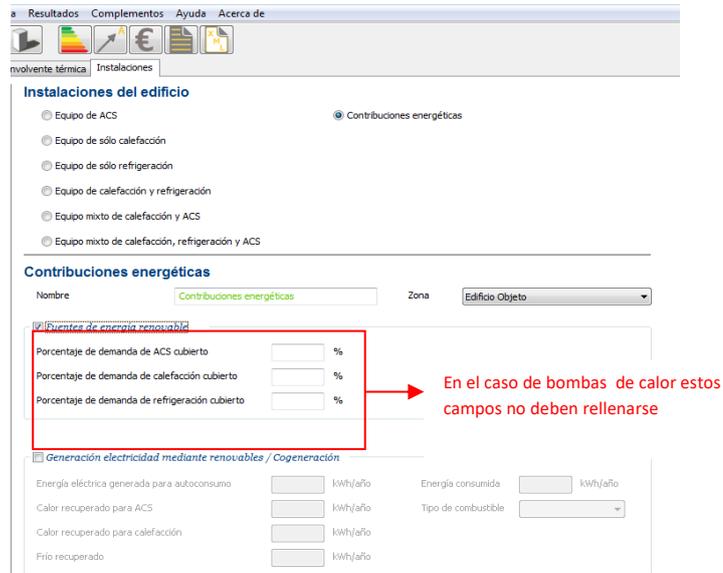


FIGURA 3. Programa CE3x. Contribuciones energéticas renovables

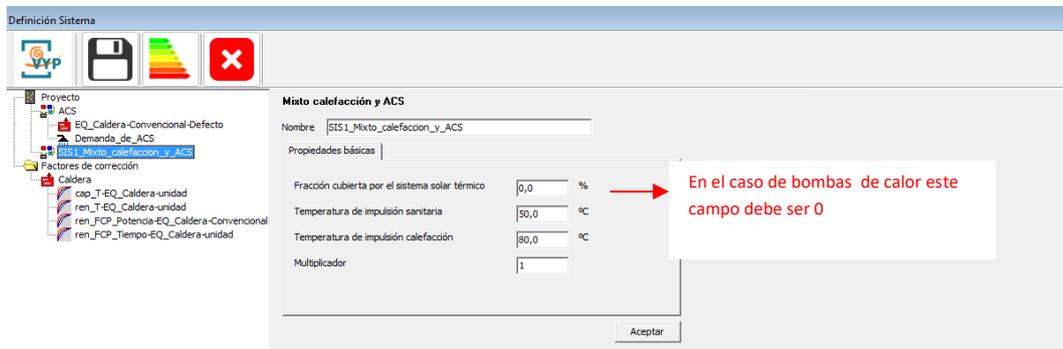
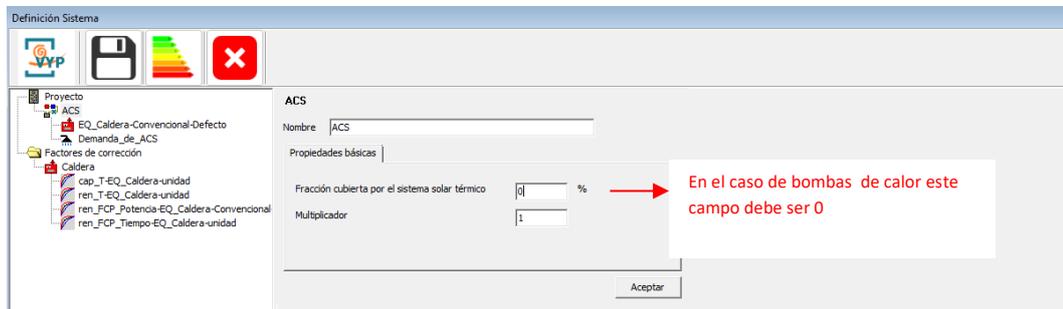


FIGURA 4. Programa HULC-VYP. Contribuciones energéticas renovables

5.2 CONDICIONES NOMINALES DE LAS BOMBAS DE CALOR

Las bombas de calor (aeroterminia, hidrotérminia, geotérminia) deben definirse en las herramientas de cálculo de calificación energética a partir de los datos de potencia térmica (capacidad) y consumo eléctrico en condiciones nominales y sólo en aquellos programas que lo permitan a partir de su eficiencia estacional:

HULC-VYP

En el programa HULC-VYP las bombas de calor aeroterminia se definen a partir de de su capacidad y consumo nominal. No es correcto introducir la capacidad y el consumo en otras condiciones diferentes de las nominales. Estos valores deben estar publicados en el catálogo del fabricante de la bomba de calor.

Las condiciones nominales de estas bombas corresponden a las condiciones de certificación Eurovent:

$T_{imp} = \text{temperatura de producción del ACS o calefacción según proyecto (35°C, 45°C, 60°C, etc)}$

$T_{h,ext} = 6^{\circ} \text{C temperatura húmeda del aire exterior}$

$f_{cp} = 1 \text{ factor de carga parcial}$

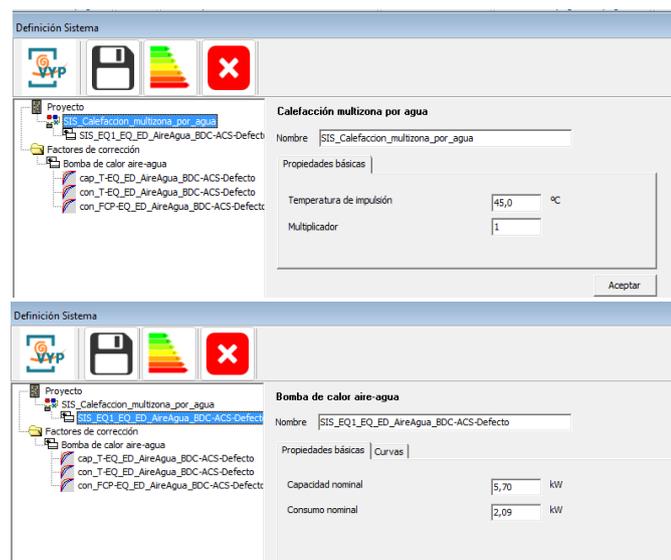


FIGURA 5. Programa HULC-VYP. Bombas de calor Aire-Agua

HULC-CALENER GT

En el programa HULC-GT las bombas de calor aeroterminia, hidrotérminia y geotérminia se definen a partir de de su capacidad, EER y COP nominales. No es correcto introducir la capacidad y el consumo en otras condiciones diferentes de las nominales. Estos valores deben estar publicados en el catálogo del fabricante de la bomba de calor.

Las condiciones nominales de estas bombas corresponden a las condiciones de certificación Eurovent:

Condiciones Eurovent para plantas enfriadoras: Temperatura de entrada del agua, 12 °C; temperatura de salida del agua, 7 °C; temperatura seca de entrada del aire, 35 °C (equipos

condensados por aire); o temperatura de entrada del agua de condensación, 30 °C (equipos condensados por agua).

Condiciones Eurovent para plantas enfriadoras reversibles, suministrando calefacción: Temperatura de entrada del agua, 40 °C; temperatura de salida del agua, 45 °C; temperatura seca/húmeda de entrada del aire, 7/6 °C (equipos condensados por aire); o temperatura de entrada de agua de condensación, 10 °C (equipos condensados por agua).

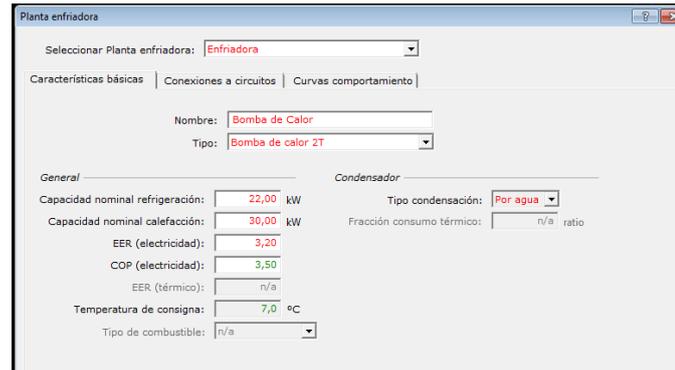


FIGURA 6. Programa HULC-GT. Bombas de calor Aire-Agua y Agua-Agua