1. Introducción

El objetivo de este artículo técnico es resumir los diversos modos de obtener la justificación del cumplimiento de la contribución renovable en la producción de ACS establecido en el CTE 2019. Así como de obtener el rendimiento estacional, SFP, en base a diversas Normas y Reglamentos Europeos, a partir del cual se justifica su carácter renovable, y se inician los cálculos de la Energía Renovable obtenida con la bomba de calor ambiente.

Deben tenerse en cuenta las últimas actualizaciones del RITE y de la sección HE del CTE, en las justificaciones de contribución de energía renovable, y cumplimiento de los valores límite de consumo de energía primaria no renovable establecidos en la actualidad.

En estos apuntes calcularemos la demanda de ACS, la energía final consumida y su contribución renovable en la aportación de energía a la instalación térmica. La base de este cálculo será la establecida en el Anejo F, y los datos de temperatura de agua de red del Anejo G, tal y como establece la sección HE4 del CTE.

El cumplimiento del valor de energía primaria no renovable límite, $C_{ep,nren,lim}$, establecido en las tablas 3.1.a y 3.1.b de la sección HE0 del CTE, implica el conocer todas las demandas de energía de un edificio: calefacción, refrigeración, producción de ACS, ventilación, control de humedad, y en algunos casos, como en los edificios no residenciales, la iluminación. Para ello hay que recurrir a programas de simulación de consumos, y salvo edificios nuevos diseñados para una demanda energética baja, o en rehabilitaciones integrales de edificios existentes, será prácticamente una misión imposible cuando solo se modifique o se monte una instalación térmica. Recordemos que la sección HE0 del CTE, sobre limitación del consumo energético, sólo se aplica a: edificios nuevos, y reformas en las que se renueven de forma conjunta las instalaciones de generación térmica y más del 25 % de la superficie total de la envolvente térmica del edificio.

Para la determinación de la energía primaria renovable, no renovable y total se utilizarán los 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, documento reconocido para la Aplicación del RITE, y publicado el 14 de enero de 2016.

Centraremos estos apuntes en las bombas de calor ambiente, bombas de calor aire-agua, que emplean la electricidad para accionamiento del compresor. No haciendo referencia a los criterios de las bombas de calor de accionamiento térmico.

Emplearemos Normativa Armonizada, como las Normas EN 16147:2017, y Reglamentos UE nº 811/2013, y nº 812/2013 sobre etiquetado e información de productos.

Contenidos

1. Introducción 1
2. Eficiencia de la Bomba de Calor 2
3. Principio de funcionamiento 4
4. Energía Renovable 5
5. Método de la Guía del IDAE 6
1. Ejemplo uso Guía del IDAE para obtención del SFP 8
6. ¿Se puede sustituir total o parcialmente la instalación solar térmica para producción de ACS por otra fuente energética considerada renovable?. 8
2. Ejemplo calculo Energía Renovable suministrada por una bomba de calor. 10
7. Novedades del CTE 2019 11
8. Determinación de la Demanda de ACS 12
3. Ejemplo cálculo Energía Útil necesaria para producción de ACS 13
4. Ejemplo cálculo Energía Final necesaria para el calentamiento de ACS 15
9. ¿A qué temperatura se debe realizar la Justificación Renovable en la producción de ACS?. 16
10. ¿De dónde obtendremos los coeficientes de paso de energía final, EF, a energía primaria, EP, y emisiones de CO_2?. 17
5. Ejemplo determinación Energía Primaria no renovable de una bomba de calor 18
11. Limitación del Consumo de Energía Primaria no renovable establecido por el CTE 18
6. Ejemplo comprobación cumplimiento HE4 del CTE 2019 20
12. Obtención del SFP 21
7. Ejemplo Calefacción +ACS 23
13. Orientación con la demanda máxima de calefacción. 25
8. Ejemplo Consumo razonable de calefacción. 26

2. Eficiencia de la Bomba de Calor

Ciertamente una de las mejores alternativas para satisfacer la demanda térmica de un edificio es el empleo de bombas de calor aire-agua pues ofrecen buenas prestaciones a muy bajas temperaturas exteriores con un consumo eléctrico bajo.

La eficiencia de una bomba de calor se mide a través del ratio del COP:

$$COP = \frac{Potencia\ Calorífica\ Entregada}{Potencia\ Eléctrica\ Consumida}$$

Que una bomba de calor ofrezca un COP = 4 significa que por cada kW de potencia eléctrica consumida la potencia térmica emitida es de 4 kW. Sería una caldera de un 400 % de rendimiento. Pero un rendimiento no debe utilizarse para valores superiores al 100 %, por ello se emplean números decimales, en base al consumo de la unidad.

Es decir, una bomba de calor ambiente con un COP de 4 unidades, consume 1 kW de potencia eléctrica, consiguiendo así absorber 3 kW del aire ambiente, y ceder una potencia calorífica de 4 kW que puede ser empleada para un sistema de calefacción, o de producción de ACS.

Los fabricantes ofrecen el dato del COP nominal en unas determinadas condiciones que deben venir indicadas, así como la Norma bajo la cual se ha obtenido.

Bomba de calor aire-agua

Modelo Dual Clima 8

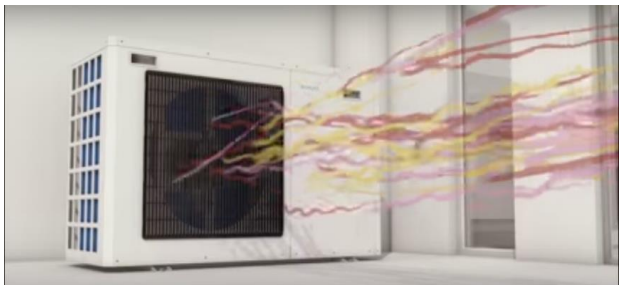
COP A7-W35 = 4,59 (según EN 14511)

Potencia Calefacción = 7,8 kW (A7W35).

Potencia máxima absorbida = 1,7 kW

Ejemplo Información Técnica

En los datos anteriores observamos una eficiencia de 4,59 cuando la máquina está absorbiendo calor de un aire a 7 ºC e impulsando agua a 35 ºC, (A7W35). En esas condiciones ofrece una potencia de 7,8 kW térmicos, absorbiendo una potencia eléctrica de 1,7 kW.



Pero una bomba de calor trabajará a distintas temperaturas exteriores, y puede requerir una temperatura de producción más alta o más baja, que por ejemplo, los 35 ºC citados en el ejemplo anterior. Por ello, los fabricantes ofrecen rendimientos medios de los equipos, denominados SCOP, ciertamente más interesantes. En cualquiera de los casos estos rendimientos deben venir referenciados a la Norma en base a la que se han obtenido. Normas que están armonizadas a nivel europeo.

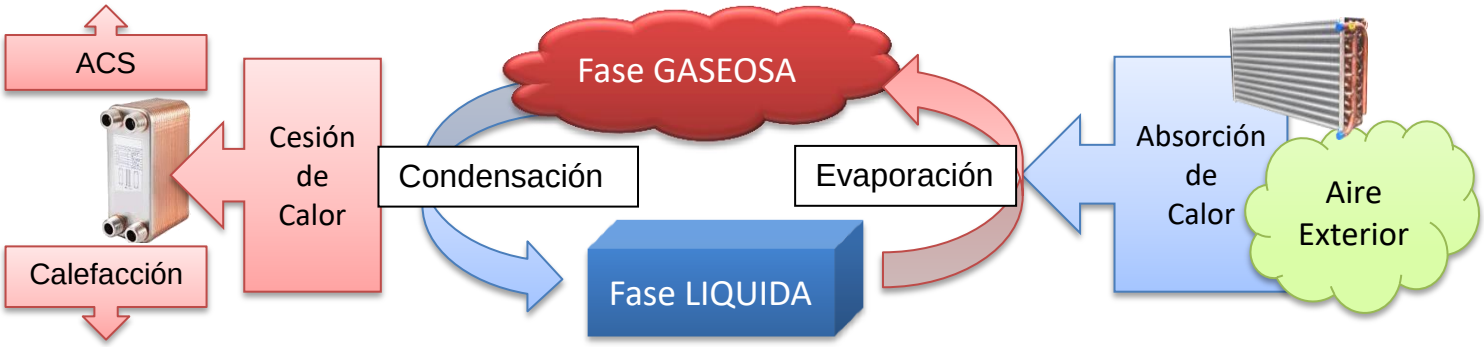
Es la aerotermia (bomba de calor aire-agua) una fuente energética renovable que aprovecha el calor del aire exterior, para bombearlo hacia el interior de las viviendas, aprovechando la evaporación y condensación de un fluido frigorífico a distintas presiones.

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, considera la energía ambiente como una fuente renovable. Pero debemos tener en cuenta que tiene un consumo eléctrico, y por tanto, debe conseguir esta energía renovable de un modo eficiente, es decir, con bajo consumo de electricidad.

3. Principio de funcionamiento

De manera natural el calor (energía) fluye de un foco caliente a otro que está a menor temperatura. Pero empleando un compresor la bomba de calor aprovechará el calor latente del cambio de estado de un fluido y podrá absorber calor de un foco a baja temperatura, y bombearlo a otro foco que estará a mayor temperatura.

Una bomba de calor tendrá una zona de baja presión, que favorecerá la absorción de calor (en un evaporador), y otra zona de alta presión, que favorece la cesión del calor tomado del aire exterior (en un condensador). Este condensador intercambia la energía con el circuito de agua, pudiendo usarse para suministrar servicio de calefacción y/o ACS.



Bombeo de energía producido por el cambio de fase de un fluido refrigerante

Para que se produzca este bombeo de calor de un foco que está a baja temperatura, hacia otro foco a mayor temperatura se precisa el cambio de presión del fluido refrigerante, que absorberá calor a baja presión, en la que es más fácil la evaporación, y lo cederá a alta presión, en la que es más fácil la condensación.

Recordemos que la temperatura a la que se produce el cambio de fase de un fluido depende de la presión a la que esté sometido.

Todos pensamos que la temperatura de evaporación, o de condensación del agua son 100 ºC. Y ello es cierto cuando el agua no está sometida a más presión que la presión atmosférica.

Así tener un fluido a baja presión favorece que se evapore y absorba calor, y si se le aumenta de presión se favorecerá que vuelva a cambiar de fase, condense, y lógicamente ceda calor en un intercambiador, por ejemplo un intercambiador de placas refrigerante-agua.

Tabla vaporización del agua

Tª Ebullición	Presión relativa
93 ºC	- 0,2 bar
100 ºC	**0 bar**
104 ºC	+ 0,2 bar
109 ºC	+ 0,4 bar
120 ºC	**+ 1 bar**
133 ºC	+ 2 bar
158 ºC	+ 5 bar
200 ºC	+ 15 bar

Se observa que a mayor presión mayor temperatura para producir el cambio de estado líquido-vapor.

Lógicamente las bombas de calor aerotérmicas emplearán un fluido que vaporice "fácilmente" a temperaturas por debajo de 0ºC, y condensen a una temperatura para producir calefacción y/o ACS a temperatura del entorno de 45-50 ºC.

Así un refrigerante sometido a un ambiente exterior, incluso por debajo de 0 ºC, podrá evaporarse y por tanto absorber calor del aire exterior frío de invierno en una batería de intercambio de energía, aire-refrigerante.

Tª de vaporización de algunos refrigerantes a 0 bar:

- R-32: -52 ºC.
- R-410A: -51,5 ºC.
- R-290: -42 ºC

Pero para ceder calor deberá condensar. Para ello se le aumenta de presión, y así cederá su energía al agua en un intercambiador de calor, quedando el refrigerante en su estado inicial, y por tanto, preparado para iniciar otro ciclo de bombeo de energía, denominado ciclo frigorífico.

Presiones de los refrigerantes para una Tª de condensación de 50 ºC:

- R-32: 30,4 bar (rel)
- R-410A: 29,6 bar(rel)
- R-290: 16,1 bar(rel)

Pero debe tenerse en cuenta que una bomba de calor tiene un compresor, el cual consume energía de una fuente energética cara, de un bajo rendimiento global y altas emisiones. Por tanto, la parte renovable deberá ser alta en comparación del consumo eléctrico (especialmente del compresor) necesario para que se produzca el bombeo de energía.

4. Energía Renovable

La Normativa Española y Europea (artículo 5 y anexo VII de la Directiva 2009/28/CE) consideran a la aerotermia (antigua definición de las bombas de calor ambiente) otra fuente renovable más siempre que ofrezca una potencia térmica suficientemente alta en comparación con la energía eléctrica consumida.

Desde la publicación de la Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013 conocemos el ratio de eficiencia estacional, denominado SPF, que debe satisfacer la bomba de calor para ser considerada energía renovable.

Para bombas de calor accionadas eléctricamente el valor del rendimiento estacional, SPF, de la bomba de calor debe ser superior a :

2,5

Existen varios métodos para determinar este coeficiente estacional, SPF:

- Aplicación de la Norma EN 14825:2012, donde el SFP para funcionamiento en modo de calefacción, se define como $SCOP_{net}$.

- Aplicación de la Norma EN 16147:2017, donde el SFP para funcionamiento en modo de producción de ACS, se define como $SCOP_{dwh}$.
- Aplicación de la información de los productos en su ficha de producto ofrecida en base al Reglamento Delegado (UE) nº 811/2013, y 812/2013 de la Comisión de 18 de febrero de 2013, el cual es de obligado cumplimiento para calentadores de agua con bomba de calor con potencia calorífica hasta 70 kW, que permite evaluar el $SCOP_{net}$, y $SCOP_{dhw}$, respectivamente.
- A partir del COP nominal indicado por el fabricante, realizar unas correcciones para determinar la eficiencia de la bomba de calor en las condiciones reales de trabajo en función de la zona climática, y la temperatura a la que se debe realizar la condensación.

Se debe considerar que la justificación documental que aporte el cálculo del SPF debe ser avalada mediante la **declaración de conformidad CE** realizada por el fabricante.

5. Método de la Guía del IDAE

El IDAE nos facilita una Guía Técnica para corregir el valor nominal del COP de una bomba de calor, y así determinar el SPF en condiciones de trabajo aplicando unos coeficientes correctores por zona climática, FP, y por temperatura de condensación, FC.

Este método puede emplearse cuando los fabricantes no faciliten los valores $SCOP_{dhw}$ según la Norma UNE-EN 16147:2017, o no se disponga de la información de las fichas de producto obligadas por los Reglamentos Europeos 811, 812 y 814 del año 2013, por ejemplo.

Si aplicamos este método del IDAE, el fabricante debe aportar el valor del COP nominal de la máquina obtenido en base a las Normas de ensayo: UNE-EN 1451, UNE-EN 15316, UNE-EN 16147, etc. Indicará las condiciones de temperatura en las que ha realizado el ensayo.

Así podemos obtener el rendimiento estacional, SPF, de la bomba de calor aplicando:

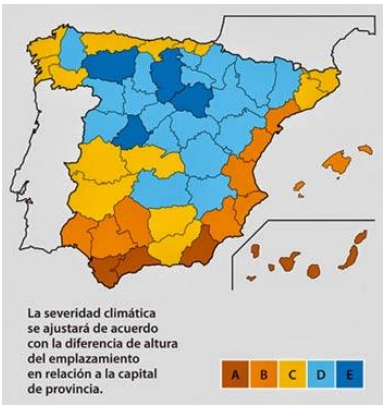
$$SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC$$

Donde,

FP es el factor de ponderación en base a la zona climática, y,

FC es el factor de corrección por temperatura.

Factor de ponderación, FP



Recordemos que la bomba de calor debe conseguir calor del ambiente exterior, y por tanto a medida que disminuye la temperatura exterior la cantidad de energía absorbida será menor, aumentando el consumo eléctrico de la misma.

La mayor parte del territorio nacional está dividido en 5 zonas climáticas, tal y como muestra la imagen adjunta.

Estas zonas climáticas se pueden consultar en el anejo B del Documento HE del Código Técnico de la Edificación, pues cada provincia tiene zonas con distinta altitud, y consecuentemente climatología.

	FACTOR DE PONDERACIÓN BOMBAS DE CALOR, FP				
FUENTE ENERGÉTICA	A	B	C	D	E
Aerotermia. Centralizados	0,87	0,8	0,8	0,75	0,75
Aerotermia. Splits	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
Hidrotérmica	0,99	0,96	0,92	0,86	0,8
Geotermia .CC Int. Horiz	1,05	1,01	0,97	0,9	0,85
Geotermia .CC Int. Vert	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Geotermia .C. Abierto	1,31	1,3	1,23	1,17	1,09

Observamos que los factores de ponderación, FP, dependen también del tipo de bomba de calor.

Equipo Centralizado Aerotérmico:

Equipo Aerotérmico tipo Split:

Ejemplo de Bombas de Calor Ambiente (Aerotermia) Centralizado y tipo Split.

Es de reseñar que empleando esta metodología ofrecida por el IDAE se toman valores conservadores obtenidos en los casos más desfavorables. En cualquier caso, es un documento reconocido para la aplicación del RITE.

Factor de corrección, FC

El fabricante ofrece datos del COP a una temperatura de condensación que puede no ser la temperatura de utilización del equipo.

Es fácil pensar que a menor temperatura de trabajo, facilitará la condensación del refrigerante (entra en fase gas y sale licuado, cediendo el calor al fluido calentado, normalmente agua). Así será mayor el COP y la potencia suministrada por el equipo.

FACTOR DE CORRECCIÓN, FC						
Tª CONDENSACIÓN ºC	COP 35º	COP 40º	COP 45º	COP 50º	COP 55º	COP 60º
35	1	-	-	-	-	-
40	0,87	1	-	-	-	-
45	0,77	0,89	1	-	-	-
50	0,68	0,78	0,88	1	-	-
55	0,61	0,7	0,79	0,9	1	-
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,9	1

1. Ejemplo uso Guía del IDAE para obtención del SFP

Empleando la Guía de Prestaciones Estacionales del IDAE valorar si la siguiente bomba de calor tendría la consideración de energía renovable.

Marca DOMUSA, modelo DualClima 8. Equipo centralizado.
$COP_{nominal}$ A7W35 (UNE 14511): 4,59

Datos de la instalación:

Albacete (zona climática D).
Instalación de suelo radiante con una temperatura de trabajo de 45 ºC.

Resultado:

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

Obtenemos: $SPF = 4,59 \times 0,75 \times 0,77 = 2,65 > 2,5 \rightarrow$ RENOVABLE

6. ¿Se puede sustituir total o parcialmente la instalación solar térmica para producción de ACS por otra fuente energética considerada renovable?.

Sí, pero se deberá justificar documentalmente, conforme a lo establecido en la IT 1.2.2. del RITE. Además el RITE y el CTE han idos sustituyendo las palabras energía solar térmica, por energía o calor renovable, lo que permite ver más claramente que podemos

emplear cualquier fuente energética, residual, o bien proveniente de procesos de cogeneración de carácter renovable.

En versiones anteriores del RITE (año 2013) había que justificar que, las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria debidos al consumo de energía eléctrica de la bomba son iguales o inferiores a los que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica para producción de ACS y lograr la cobertura solar marcada en la sección HE4 (año 2013), con el apoyo del sistema térmico de referencia (caldera de gas natural con un rendimiento estacional del 92%), realizando una comparación entre lo exigido y lo obtenido por la instalación alternativa.

Como esta comparación se realiza en términos de energía primaria y emisiones de CO2, deben emplearse factores de paso obtenidos de un documento reconocido.

Tras la entrada en vigor del RD 178/2021 que modifica el RITE 2007, se ha modificado la "IT 1.2.4.6.1. Contribución de Calor Renovable o Residual para la Producción Térmica del Edificio". Quedando establecida la obligatoriedad de que una parte de las necesidades energéticas térmicas sean cubiertas mediante la incorporación de sistemas de aprovechamiento de calor renovable, residual, o procedente de procesos de cogeneración renovables.

Por tanto, toda instalación térmica debe disponer de una instalación que emplee energía renovable. En el propio apéndice 1 del RITE queda definida como:

"Energía procedente de fuentes renovables o energía renovable: la energía procedente de fuentes renovables no fósiles, …" Citando entre ellas a la energía ambiente.

Tenemos el criterio de cuando una bomba de calor es energía renovable, en base al SFP que ofrezca en las condiciones de trabajo. Pero, ¿cuál es la aportación que deberá contribuir la energía renovable en el consumo total de la instalación?.

La IT 1.2.4.6.1. establece que los sistemas de calor renovable se diseñarán para alcanzar, al menos:

- ✓ la contribución renovable mínima para agua caliente y para climatización de piscinas cubiertas establecidas en la sección HE4 del CTE, y,
- ✓ los valores límite de consumo de energía primaria no renovable de acuerdo con lo establecido en la sección HE0 del CTE. Se usarán los coeficientes de paso para la obtención de la energía primaria no renovable del Documento Reconocido para la aplicación del RITE.

Cada vez más el RITE se va alineando con el CTE, algo que es lógico, pues además es su documento HE2. Tanto en el Documento HE4, como en el RITE han ido desapareciendo la palabra energía solar térmica, o contribución solar, para citar energía renovable, o calor renovable. Y, actualmente, siendo la única fuente energética

explicitada las bombas de calor, siempre que cumplan con el valor del rendimiento medio estacional SFP, en cumplimiento de las Directivas Europeas (SFP > 2,5).

En una bomba de calor, considerada como energía renovable (SFP > 2,5), tendremos por tanto una parte de la energía total producida, **Q_{usable}**, considerada como energía renovable, **E_{RES}**.

Se calculará la aportación renovable **E_{RES}**, en kW según el Anexo VII de la Directiva 2009/28/CE:

$$E_{RES} = Q_{usable}\ x\ (1 - \frac{1}{SPF})$$

El valor SPF puede obtenerse a partir del $COP_{nominal}$, aplicando los factores de corrección por zona climática, FP, y temperatura, FC, indicados en la Guía del IDAE, o bien disponer, certificado por el fabricante, del rendimiento estacional $SCOP_{net}$ para calefacción, según Norma EN 14825, o bien el $SCOP_{DHW}$ para ACS según Norma EN 16147:2017. Incuso calcular directamente los rendimientos estacionales para calefacción, $SCOP_S$, o en modo producción de ACS, $SCOP_{DHW}$, empleando los valores de las fichas de producto que ofrecen los fabricantes, según Reglamentos Delegados UE nº 811/2013, y nº 812/2013.

2. Ejemplo calculo Energía Renovable suministrada por una bomba de calor.

Calcular la energía renovable que suministra una bomba de calor que tiene un rendimiento estacional $SCOP_{net}$ = 3,5 según UNE EN 14825.

La energía total suministrada por la bomba de calor, Q_{usable}, es de 6050 kWh anuales.

Solución:

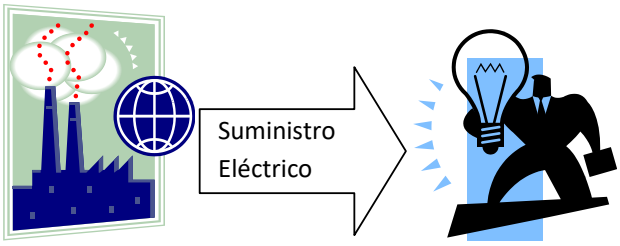
$$E_{RES} = 6050\ x\ \left(1 - \frac{1}{3{,}5}\right) = 4321\ kWh$$

La Instrucción Técnica 1.2.4.6.1. del RITE actual establece que "en los edificios nuevos o sometidos a reforma, con previsión de demanda térmica una parte de las necesidades energéticas derivadas de esa demanda se cubrirán mediante la incorporación de sistemas de aprovechamiento de calor renovable o residual".

Nos queda aprender a calcular la contribución renovable mínima que deberá cubrir una bomba de calor ambiente que tenga la consideración de energía renovable. Recordemos que una bomba de calor aire-agua tendrá consideración de energía renovable actualmente cuando su rendimiento estacional, SFP sea superior a 2,5.

¿Cuál es el origen del dato del SFP > 2,5?

Según la Directiva Europea 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, la energía aerotérmica, geotérmica e hidrotérmica capturada por las bombas de calor se considera como energía procedente de fuentes renovables, siempre que la producción final de energía supere de forma significativa el consumo de energía primaria para impulsar la bomba de calor.



Rendimiento del sistema eléctrico es 45,5 %

Esta Directiva establece en su anexo VII la metodología para obtener el rendimiento estacional, SFP, de las bombas para su consideración como energía renovable:

$$SFP > 1{,}15 \times 1/\eta$$

La Comisión Europea mediante la Decisión 2013/114/UE, fija el valor de eficiencia del sistema eléctrico en $\eta = 0{,}455$ (45,5%). De lo que se deriva que el rendimiento estacional mínimo de corte de las bombas de calor accionadas eléctricamente, para que estas capturen energía renovable, es 2,5.

7. Novedades del CTE 2019

El RD 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27/12/2019), vino a cambiar la sección de Ahorro de Energía, HE, del CTE.

La sección HE4 del CTE pasa a denominarse:

Contribución mínima de **energía renovable** para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

Se aplicará en demandas de ACS superiores a 100 litros de ACS diarios a 60 ºC. (La versión anterior del HE4 lo establecía para consumos superiores a 50 l/día)

Veremos que el valor anterior se supera en viviendas de 3 o más dormitorios.

Otra novedad de la sección HE4 consiste en que la contribución renovable (antes denominada contribución solar) deja de depender de la zona de radiación solar para establecerse una contribución renovable mínima del:

- ✓ 70 % de la demanda energética anual para ACS a la temperatura de referencia de 60 ºC, y, para la climatización de la piscina.

- ✓ 60 % para demandas energéticas anuales de ACS inferiores a 5000 litros diarios de ACS a la temperatura de referencia de 60 ºC.

La demanda de ACS se obtendrá teniendo en cuenta el Anejo F del documento HE4 del CTE, y teniendo en cuenta las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

Dado que la contribución renovable, CR será:

$$CR = \frac{E_{RES}}{Q_{usable}}$$

Teniendo en cuenta que:

$$E_{RES} = Q_{usable}\, x\, (1 - \frac{1}{SPF})$$

Resulta que, la CR en base al SFP será de:

$$CR = \frac{E_{RES}}{Q_{usable}} = 1 - \frac{1}{SPF}$$

Si SPF son 2,50 unidades, se obtiene una CR = 0,6 = 60 %.

Si SPF son 3,33 unidades, se obtiene una CR = 0,7 = 70 %.

Por tanto, como primera aproximación, los SPF obtenidos anteriormente serán los rendimientos estacionales mínimos que deberán tener las bombas de calor para cumplir las exigencias del HE4 del CTE.

8. Determinación de la Demanda de ACS

En el Anejo F de la Sección HE se establece el método estadístico para determinar el consumo total de ACS en base al uso del edificio.

Estas demandas son a una

Demanda de referencia a 60 ºC, D(60)

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio/Centro Salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colect.	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

temperatura de referencia de 60 ºC.

Se puede calcular la demanda equivalente D(T) a otras temperaturas T, distintas de 60 ºC, en función de la temperatura de agua de red, T_{AFS}, aplicando:

$$D(T) = D(60)\frac{60 - T_{AFS}}{T - T_{AFS}}$$

En viviendas el número de personas lo estimaremos en función del número de dormitorios:

Nº dormitorios	1	2	3	4	5	6	>7
Nº personas	**1,5**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**7**

Además, en edificios de múltiples viviendas, se aplicará un coeficiente de simultaneidad, FC (factor de centralización), que dependerá del número, N, de viviendas.

Nº Viviendas	**N**≤3	4≤**N**≤10	11≤**N**≤20	21≤**N**≤50	51≤**N**≤75	76≤**N**≤100	**N**≥101
FC	**1**	**0,95**	**0,90**	**0,85**	**0,80**	**0,75**	**0,70**

Una vez obtenido lo el consumo anual de un edificio de ACS a la temperatura de 60 ºC, D(60), u otra equivalente, D(T), la energía útil, EU, consumida por el servicio de ACS aplicando:

$$EU\ (kWh) = D(60) \times (60 - T_{AFS}) \times 1{,}16 / 1000$$

Donde, D(60) es el consumo anual en litros anuales de ACS a 60 ºC, y el factor 1,16 es el calor específico del agua en Wh/l.ºC.

El valor de la temperatura del agua fría, T_{AFS}, se tomará de la tabla del Anejo G de la sección HE del CTE.

Si la demanda D(T) se ha calculado con otra temperatura, T, distinta de 60 ºC se aplica la misma expresión, para obtener la energía útil consumida, EU:

$$EU\ (kWh) = D(T) \times (T - T_{AFS}) \times 1{,}16 / 1000$$

3. Ejemplo cálculo Energía Útil necesaria para producción de ACS

Se desea calcular la energía util necesaria para atender la demanda de ACS diaria de una vivienda de 4 dormitorios a las temperaturas de producción de 60 ºC y 45 ºC.

Tomar la temperatura de agua fría de red de 10 ºC.

Solución:

Para una vivienda el consumo de ACS a la temperatura de referencia de 60 ºC son 28 litros por persona y día.

Para una vivienda de 4 dormitorios la ocupación estadística para realizar estos cálculos establece que debe realizarse para 5 personas.

Por tanto, la demanda de ACS serán: 28 l/pers.dia x 5 pers = 140 l de ACS a 60 ºC

Podemos obtener la equivalencia a la temperatura de 45 ºC aplicando:

$$D(T) = D(60)\frac{60 - T_{AFS}}{T - T_{AFS}}$$

Para la temperatura de agua fría, T_{AFS} = 10 ºC se obtiene una demanda equivalente a 45 ºC, D(45), de:

$$D(45) = 140\ \frac{60 - 10}{45 - 10} = 200\ l\ ACS\ a\ 45\ ºC$$

Para obtener la energía útil, EU, necesaria se aplica:

$$EU = D(T)\ x\ (T - T_{ACS})\ x\ \frac{1{,}16}{1000}$$

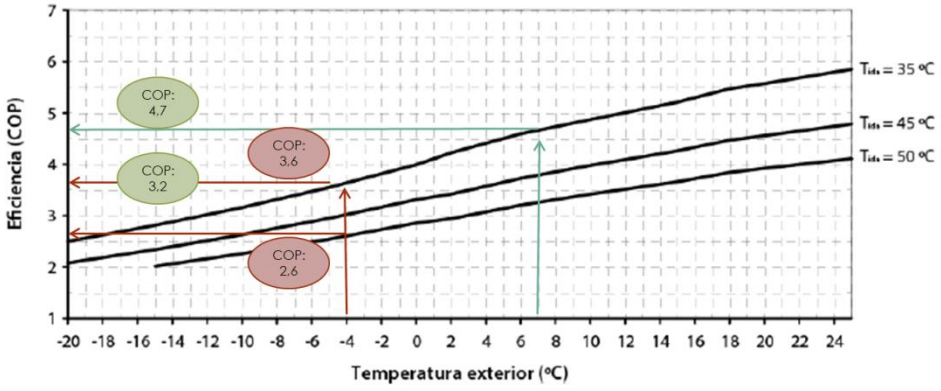
Para una demanda de 140 l de ACS a 60 ºC se obtiene una energía útil, EU necesaria de:

$$EU = 140\ x\ (60 - 10)\ x\ \frac{1{,}16}{1000} = 8{,}12\ kW.h$$

Para una demanda de 200 l de ACS a 45 ºC se obtiene una energía útil, EU necesaria de:

$$EU = 200\ x\ (45 - 10)\ x\ \frac{1{,}16}{1000} = 8{,}12\ kW.h$$

Como se puede comprobar, a efectos de energía útil necesaria, el consumo energético es igual a distintas temperaturas.



Ejemplo Curvas de Rendimiento de una Bomba de Calor

Otra cosa es la energía final necesaria en una bomba de calor, pues su rendimiento no será igual si tiene que producir ACS a 60 ºC (en caso de ser posible alcazar esta temperatura), que

producir ACS a 45 ºC. Recordemos que a menor temperatura de condensación mayor rendimiento.

	HA 4-6 O 230V B3
Potencia, A2/W35	1,90 kW
Valor de rendimiento, COP, EN 14511, A2/W35	3,70
Potencia absorbida, efectiva, A2/W35	0,51 kW
Consumo de corriente, A2/W35	2,60 A
Potencia de calefacción, mínima/máxima, A7/W35	2,10 ... 6,50 kW
Potencia de calefacción, nominal A7/W35	4,10 kW
Valor de rendimiento, COP, EN 14511, A7/W35	4,60
Potencia, A7/W55	3,60 kW
Valor de rendimiento, COP, EN 14511, A7/W55	2,80
Potencia absorbida, efectiva, A7/W55	1,29 kW
Consumo de corriente, A7/W55	6,30 A
Potencia de calefacción, A7/W65	4,50 kW
Valor de rendimiento, COP, EN 14511, A7/W65	2,30
Potencia absorbida, efectiva, A7/W65	1,96 kW
Consumo de corriente, A7/W65	9,00 A
Potencia, A-7/W35	4,00 kW
Valor de rendimiento, COP, EN 14511, A-7/W35	2,90
Entrada de alimentación, efectiva, A-7/W35	1,38 kW
Consumo de corriente, A-7/W35	6,80 A

Ejemplo Características Técnicas de una bomba de calor para producción de calor

En esta tabla de características podemos observar la potencia suministrada, COP, y consumo para diversas condiciones de trabajo:

- A2/W35. Aire exterior a 2 ºC, y calentamiento de agua a 35 ºC.
- A7/W35. Aire exterior a 7 ºC, y calentamiento de agua a 35 ºC.
- A7/W55. Aire exterior a 2 ºC, y calentamiento de agua a 55 ºC.
- A7/W65. Aire exterior a 7 ºC, y calentamiento de agua a 65 ºC.
- A-7/W35. Aire exterior -7 ºC, y calentamiento de agua a 35 ºC.

Recordemos que el documento HE4 nos indica que deben tenerse en cuenta las pérdidas por distribución, recirculación, y acumulación. Por lo que la energía final, deberá tener en cuenta todas estas pérdidas estacionales de la instalación.

Así la energía final consumida, EF, será:

$$EF = \frac{EU}{Rendimiento\ Estacional\ Producción\ ACS}$$

4. Ejemplo cálculo Energía Final necesaria para el calentamiento de ACS

Se desea conocer la energía final necesaria para calentar 140 l de ACS a 60 ºC, y 200 l de ACS a 45 ºC, a través de una bomba de calor cuyos COP son:

- SCOP a 45 ºC = 3,2 unidades.
- SCOP a 60 ºC = 2,2 unidades.

Notas:

- Tomaremos el dato energético obtenido en el ejemplo anterior de Energía Útil necesaria de 8,12 kW.h para ambas temperaturas.

- Estimaremos las pérdidas energéticas en distribución, acumulación y recirculación en un 4 %. Por tanto, el rendimiento, provocado por estas pérdidas, η_{perd}, será del 96 % = 0,96.

Solución:

Recordemos que la energía final consumida, EF, será:

$$EF = \frac{EU}{Rendimiento\ Estacional\ Producción\ ACS}$$

Siendo el rendimiento total de la producción de ACS el producto de ambos rendimientos:

- Para una producción a 45 ºC, el rendimiento será: 3,2 x 0,96 = 3,07
- Para una producción a 60 ºC, el rendimiento total será: 2,2 x 0,96 = 2,11

Por tanto, la enegía final en cada caso será de:

- Para una producción a 45 ºC: $EF = {}^{8,12}/_{3,07} = 2{,}64\ kW.h$
- Para una producción a 60 ºC: $EF = {}^{8,12}/_{2,11} = 3{,}85\ kW.h$

En este ejemplo se observa que aunque la energía final a producir a 60 y 45 ºC es la misma, 8,12 kWh. Si la producción de ACS es a 60 ºC la energía final necesaria que consumirá una bomba de calor es mayor (3,85 kW.h), respecto a la que consumiría para producir el ACS a 45 ºC (2,64 kW.h).

Además deberá observarse las temperaturas límite de trabajo de la bomba de calor. Seguramente no todas las bombas de calor pueden alcanzar 60 ºC.

9. ¿A qué temperatura se debe realizar la Justificación Renovable en la producción de ACS?.

Para el cálculo del SPF se deberá considerar como temperatura de producción 60 ºC. Lógicamente se podrá optar por una temperatura menor, siempre que la instalación diseñada cumpla con el Real Decreto 865/2013 sobre Criterios Higiénico-Sanitarios para Prevención y Control de la Legionellosis.

En el depósito final del sistema de producción de ACS se deberá garantizar que se alcanzan los 60 ºC para evitar riesgos higiénicos.

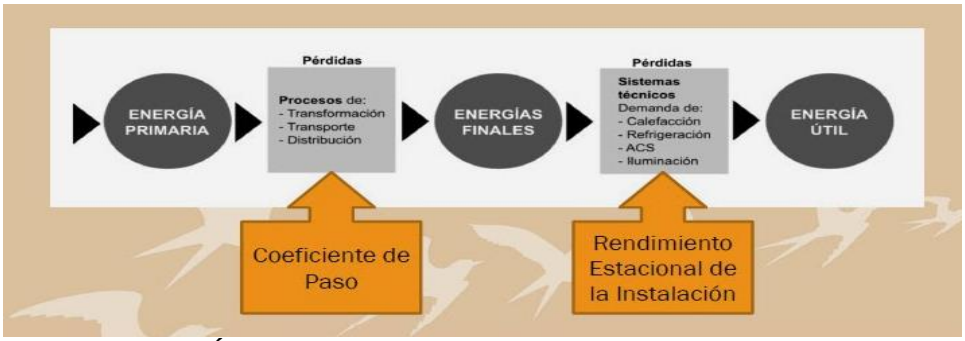
La Guía Técnica del RITE sobre Prestaciones Medias Estacionales de las Bombas de Calor, para producción de calor en edificios, establece que en ningún caso se permiten cálculos con temperatura de producción inferior a 45 ºC.

El artículo 2, ámbito de aplicación, del RD 865/2003, estable que quedan excluidas del ámbito de aplicación de este real decreto las instalaciones ubicadas en edificios dedicados al uso exclusivo en vivienda.

10. ¿De dónde obtendremos los coeficientes de paso de energía final, EF, a energía primaria, EP, y emisiones de CO_2?.

La Normativa siempre nos habla de energía primaria, y en determinadas ocasiones también nos referencia las emisiones de CO2.

Para ello a partir de la energía final consumida por la instalación se aplican los coeficientes de paso, según la fuente energética empleada, para obtener la energía primaria, y si fuera necesario emisiones de CO_2.



Así desde la Energía Útil calculada habrá que obtener la Energía Final consumida, teniendo en cuenta el rendimiento estacional de la instalación. Y a partir de ahí, con la Energía Final, aplicar el coeficiente de paso, para obtener la Energía Primaria en base al vector energético empleado en la producción térmica.

El aparatado 2 de la IT 1.2.2. establece que los coeficientes de paso de la producción de emisiones de CO2 y de consumo de energía primaria que se utilicen en la elaboración de dichas comparativas serán los publicados como documento reconocido para aplicación del RITE.

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO · GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

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

(Resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento)

Las bombas de calor en las que estamos centrando estos apuntes emplean electricidad como fuente energética. Por tanto, factores de paso a considerar son:

Factores de conversión	de EF a EP (kWh/kWh)			de EF a $kgCO_2$
Fuente	EP_{ren} / EF	EP_{nren} / EF	EP_{total} / EF	kCO_2 / kWh EF
Electricidad Nacional	0,396	2,007	2,403	0,357
Electricidad Peninsular	0,414	1,954	2,368	0,331
Electricidad extrapeninsular	0,075	2,937	3,011	0,833

Extracto de las tablas de las páginas 16 y 17 del Documento Factores de Paso Reconocidos

En el caso de una bomba de calor en territorio peninsular el factor de paso para obtener la EP_{nren} será de 1,954 (kWh/kWh).

5. Ejemplo determinación Energía Primaria no renovable de una bomba de calor

Se desea conocer la EP de una bomba de calor eléctrica situada en la península, cuya energía final consumida es de 9636 kWh.

Solución:

Se debe aplicar el factor de paso 1,954 a la energía final consumida por la bomba de calor.

Por tanto, la Energía primaria no renovable, EP_{nren} será: 1,954 x 9636 kWh = 18.829 kWh.

11. Limitación del Consumo de Energía Primaria no renovable establecido por el CTE

El RD 178/2021 que modifica el RITE marca en la IT 1.2.4.6. sobre Aprovechamiento de Energías Renovables y Residuales, de que la aportación renovable, residual o procedente de procesos de cogeneración renovables, permitan alcanzar los valores límite de consumo de energía primaria no renovable, $C_{ep_nren_lim}$, establecido en la sección HE0 del CTE.

Por supuesto, como además se reitera a lo largo del RITE, en diversos preceptos reglamentarios teniendo en cuenta criterios de rentabilidad económica.

Los valores de consumo para los espacios interiores de la envolvente térmica del edificio o, en su caso la parte del edificio considerada, no superarán los valores de las tablas 3.1.a, para uso residencial privado (vivienda), y 3.1.b, para el resto de usos, de la sección HE0 del CTE.

Debe recordarse el punto 1 de la sección HE0 sobre Limitación del consumo energético, la cual indica que esa sección es de aplicación a:

- Edificios de nueva construcción.
- Intervenciones en edificios existentes, en los siguientes casos:
  - Ampliaciones en las que se incremente más de un 10 % la superficie o volumen construido de la unidad o unidades de uso sobre las que se intervenga, cuando la superficie útil total ampliada supere los 50 m^2.
  - Cambios de uso, cuando la superficie útil total supere los 50 m^2.
  - Reformas en las que se renueven de forma conjunta las instalaciones de generación térmica y más del 25 % de la superficie total de la envolvente térmica del edificio.

Cuando la aplicación del Código Técnico de la Edificación no sea urbanística, técnica o económicamente viable o, en su caso, sea incompatible con la naturaleza de la intervención o con el grado de protección del edificio, se podrán aplicar, bajo el criterio y responsabilidad del proyectista o, en su caso, del técnico que suscriba la memoria, aquellas soluciones que permitan el mayor grado posible de adecuación efectiva.

Las exigencias de valor límite de Consumo de Energía Primaria No Renovable, $C_{ep,nren,lim}$, para uso residencial privado depende de la zona climática de invierno, teniendo en cuenta si es edificio de nueva construcción:

$C_{ep,nren,lim}$ en uso residencial privado, en kWh/m^2.año	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	20	25	28	32	38	43
Cambios de uso a residencial privado y reformas	40	50	55	65	70	80

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán estos valores de la tabla por 1,25

Para el resto de usos se empleará la tabla 3.1.b. del documento HE0 en función de la zona climática y, la carga interna media debida a las fuentes internas: ocupantes, equipos eléctricos, e iluminación.

El valor del consumo energético definido en el Anejo A de terminología del documento HE del CTE viene definido como la energía que es necesario suministrar a los sistemas (existentes o supuestos) para atender los servicios de calefacción, refrigeración, ventilación, ACS, control de la humedad, y en edificios de uso distintos al residencial privado, de iluminación, del edificio teniendo en cuenta la eficiencia de los sistemas empleados. Se expresa en kWh/(m^2.año).

Es fácil observar que los valores Energía Primaria que se obtengan para la demanda de ACS, por ejemplo, dejará poco margen al consumo de energía primaria para el resto de servicios como calefacción, refrigeración y ventilación.

El cumplimiento del valor límite del consumo de energía primaria es un objetivo complicado de cumplir en reformas de las instalaciones térmicas debido a que para poder alcanzarlo requiere mejora la eficiencia de otras instalaciones: como ventilación, y en determinados casos hasta la ventilación. Y para reducir consumos como calefacción o refrigeración requiere entrar en medidas de rehabilitación de los edificios para mejorar aislamientos, sombreamientos, etc.

El empleo de la electricidad conlleva que la Energía Primaria resultante al aplicar el factor de paso, será el doble respecto a la Energía Final. Algo que no ocurre con otras fuentes energéticas. Pero por otro lado, presenta la gran ventaja de posibilitar el autoconsumo de la energía eléctrica de una instalación solar fotovoltaica, que puede instalarse en el edificio o vivienda para lograr el cumplimiento de los requisitos de la sección HE0 del CTE.

Por ello, en estos apuntes nos centraremos en el cumplimiento de la sección HE4 del CTE, el cual es más-menos alcanzable en instalaciones nuevas y reformas de instalaciones existentes.

6. Ejemplo comprobación cumplimiento HE4 del CTE 2019

Recordemos que:

La bomba de calor renovable deberá aportar una cantidad de calor renovable, E_{RES}, igual al ahorro obtenido por la Contribución Renovable**.**

El fabricante de una bomba de calor para producción de ACS nos suministra el valor del rendimiento estacional en condiciones de trabajo $SCOOP_{DHW}$ de 3,2 (según UNE-EN 16147:2017).

En la instalación se ha determinado la demanda de ACS en 2350 kWh, correspondiéndole por demanda diaria de ACS, una contribución renovable mínima del 60 %.

Solución:

En primer lugar, se observa que la bomba de calor tiene un rendimiento estacional superior a 2,5, y por tanto tiene consideración de energía renovable. Así, podemos seguir los cálculos.

El objetivo es comprobar que la bomba de calor suministra una energía renovable de al menos el 60 % de 2350 kWh = 1410 kWh.

Recordemos que la ERES suministrada por una bomba de calor se calcula en base a la energía total producida, **Q_{usable}**, aplicando:

$$E_{RES} = Q_{usable}\ x\ (1 - \frac{1}{SPF})$$

Tenemos todos los datos, y por tanto, podemos aplicar la expresión anterior, obteniendo:

$$E_{RES} = 2350\ x\ \left(1 - \frac{1}{3{,}2}\right) = 1615{,}6\ kWh$$

Dado que la energía suministrada por la bomba de calor de forma renovable1615,6 kW es superior a la exigencia de la sección HE4 de 1410 kW. Esta bomba de calor y su aportación de energía renovable provocarían el cumplimiento de la sección HE4 del CTE.

Observamos que es el rendimiento estacional quien determinará tanto si una bomba de calor es una energía renovable, como su aportación de calor renovable a la demanda de energía térmica. El disponer de un rendimiento estacional, SPF alto facilita el cumplimiento de la sección HE4.

Este será un dato que debemos aprender a localizar en la documentación técnica del equipo (ficha de producto), o bien, en caso de ausencia de datos, estimarlo en base al $COP_{nominal}$, tal y como ya hemos indicado en puntos anteriores, aplicando los factores de corrección propuestos por el IDAE.

12. Obtención del SFP

La Decisión 2013/114/UE de la Comisión de 1 de marzo de 2013, por la que se establecen directrices para el cálculo por los Estados miembros de la energía renovable procedente de las bombas de calor de diferentes tecnologías, conforme a lo dispuesto en el artículo 5 de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, establece que el factor de rendimiento medio estacional estimativo, SFP, se refiere al coeficiente de rendimiento estacional en modo activo, $SCOP_{net}$, en el caso de bombas de calor accionadas eléctricamente.

Este rendimiento estacional en modo activo, $SCOP_{net}$, debe obtenerlo el fabricante de acuerdo con la norma EN 14825:2016 (ya está publicada la versión EN 14825:2018).

Para equipos de producción de ACS, o equipos combinados (mixtos) el fabricante podrá ofrecer el dato del $SCOP_{DHW}$, obtenido en base a la EN 16147:2017.

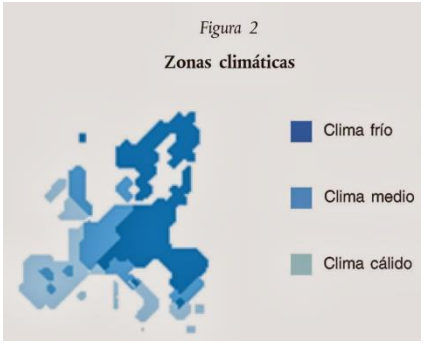
La Norma UNE-EN 16147 considera el rendimiento medio estacional $SCOP_{DHW}$ igual al rendimiento nominal COPDHW cuando se ha realizado el ensayo según las especificaciones de la tabla 4 de la citada Norma en función de la zona climática y para

una temperatura de preparación del ACS de 55 ºC, desde una temperatura de agua de red de 10 ºC.

Las condiciones del aire exterior (temperatura media) consideradas serán de:

- 13 ºC(BS) para el clima cálido europeo.
- 7 ºC(BS) para el clima medio europeo.
- 2 ºC (BS) para el clima frío europeo.

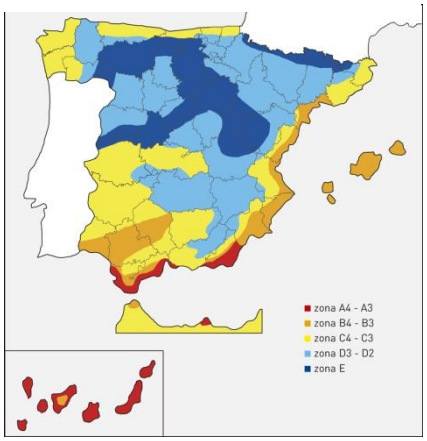
Estas son las 3 zonas climáticas establecidas a nivel europeo: Helsinki (frío), Estrasburgo (medio), y Atenas (cálido). Con ello se armoniza la información que deben ofrecer todos los fabricantes de equipos.



Zonas climáticas europeas

En España podemos considerar, en general, que la mayoría del territorio nacional es zona cálida, salvo zonas del interior que más-menos corresponden con la zona climática E.

Incluso en España la temperatura exterior promedio de 14 ºC puede resultar baja en muchas zonas. Por lo que realmente la eficiencia de la bomba de calor real sería algo superior a la declarada por el fabricante.



Zonas climáticas a nivel nacional

Otra opción de obtener el rendimiento estacional, SPF, de una bomba de calor a través de los valores ofrecidos en las fichas de producto según los Reglamentos UE nº 811/2013 y nº 812/2013.

Así utilizando sus anexos por los que se establecen procedimientos de medición y el método para calcular la eficiencia energética de caldeo de agua en calentadores de agua, o calentadores combinados (mixtos) con bomba de calor.

Estos Reglamentos ofrecen datos como el rendimiento estacional del equipo en base al consumo de energía primaria:

- Eficiencia energética estacional de calefacción, η_s, en %.
- Eficiencia energética estacional de calentamiento de ACS, η_{wh}, en %.

La norma UNE EN 16127: 2017 está armonizada con los Reglamentos Europeos, la relación que existe entre el $SCOP_{DHW}$ y el η_{wh} es:

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

Donde, $SCOP_{DHW}$ es el coeficiente medio estacional del caldeo de agua en términos de energía final.

η_{wh}, es la eficiencia energética estacional del caldeo de agua en términos de energía primaria, en %.

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

Qele, es el 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, es el coeficiente que refleja la eficiencia estimada de la generación media de electricidad de la UE del 40 % (0,4) contemplado en la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo. (CC = 2,5 = 1 / 0,4).

Estos valores pueden ser obtenidos de la ficha de producto exigida según los Anexo V del Reglamento UE nº 811, y del Reglamento UE nº 812.

La Norma UNE-EN 14825 establece la relación entre el SCOP y la eficiencia energética estacional en calefacción, η_s :

$$SCOP = (\eta_S + 3\ \%)\ x\ CC$$

Donde, η_s, es la eficiencia energética estacional de calefacción en términos de energía primaria, en %.

CC = es el factor 2,5 relativo al rendimiento del sistema eléctrico, indicado anteriormente.

7. Ejemplo Calefacción +ACS

El fabricante de una bomba de calor para producción de ACS y Calefacción nos facilita la ficha de producto del equipo combinado con acumulador de ACS integrado.

En la instalación se ha determinado la demanda de ACS de 2350 kWh , y la demanda de calefacción de 6050 kWh.

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 T j			
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	Qelec	3.428	kW/h
Annual electricity consumption	AEC	754	kW/h

Item	Symbol	Value	Unit
Seasonal space heating energy efficiency	ηs	145	%
Declared coefficient of performance or primary energy ratio for part load at indoor temperature 20 °C and outdoor temperature Tj			
Tj= - 7 °C	COPd	-	-
Tj= + 2 °C	COPd	2.02	-
Tj= + 7 °C	COPd	3.01	-
Tj= +12 °C	COPd	5.13	-
Tj= bivalent temperature	COPd	1.76	-
Tj= operation limit temperature	COPd	1.40	-
Tj = – 15 °C (if TOL < – 20 °C)	COPd	-	-
Operation limit temperature	TOL	-15	°C
Heating water operating limit temperature	WTOL	60	°C
Supplementary heater			
Rated heat output (*)	Psup	0.0	kW
Type of energy input			
Rated air flow rate, outdoors	-	1746	m³/h
Water heating energy efficiency	ηwh	146	%

Ejemplo de ficha de producto según Reglamento 811/2013

Se adjunta la ficha de producto.

Se desea conocer si el funcionamiento de la bomba de calor tiene consideración de energía renovable.

Solución:

En primer lugar, se deben calcular los rendimientos estacionales en modo calefacción y producción de ACS, SFP. Con ello comprobaremos si tiene consideración de energía renovable en ambos.

Debemos extraer la información que precisamos en la ficha de producto. En primer lugar los rendimientos estacionales para ambos servicios en términos de energía primaria:

- η_s = 145 % (calefacción).
- η_{wh} = 146 % (ACS).

Para calcular el SCOP en modo calefacción se aplica:

$$SCOP = (\eta_S + 3\ \%)\ x\ CC$$

Dado que, CC = 2,5 para el rendimiento estacional η_s = 145 % se obtiene:

$$SCOP = \left(\frac{145 + 3}{100}\right)\ x\ 2{,}5 = 3{,}7 = SPF\ (calefacción)$$

Para obtener el SCOP para el servicio de ACS debemos aplicar:

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

Donde, los factores a aplicar los tenemos en la ficha del producto:

- η_{wh} = 146 % = 1,46
- AEC = 754 kWh
- Qele = 3,428 kWh

Por tanto, el rendimiento estacional para el servicio de ACS será:

$$SCOP_{DHW} = \frac{1{,}46\ x\ 754\ x\ 2{,}5}{0{,}6\ x\ 366\ x\ 3{,}428} = 3{,}66 = SPF\ (ACS)$$

Por tanto, para ambos servicios (ACS y Calefacción), la bomba de calor aporta un calor renovable.

Obtener la fracción renovable sería sencillo a partir de las demandas y los factores de eficiencia SPF obtenidos.

Realizando ejemplos se puede observar que a partir de un SPF que tenga consideración de energía renovable, será fácil justificar el cumplimiento de la sección HE4 del CTE. Pero el cumplimiento de los valores límite de consumo de energía primaria no renovable establecidos en la sección HE0 será difícil de alcanzar, salvo que se instalen otras fuentes renovables como la energía solar fotovoltaica, en una instalación eléctrica de autoconsumo.

Sólo a partir del cumplimiento de las diversas secciones del documento HE del CTE, nos podremos aproximar al cumplimiento de la sección HE0 del CTE.

El Documento Básico está compuesto por una sección general HE0 y otras 5 secciones específicas:
HE0 Limitación del consumo energético
HE1 Condiciones para el control de la demanda energética
HE2 Condiciones de las instalaciones térmicas
HE3 Condiciones de las instalaciones de iluminación
HE4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria
HE5 Generación mínima de energía eléctrica

13. Orientación con la demanda máxima de calefacción.

En la versión actual del Documento Básico HE 1 del CTE ya no tenemos valores límite del consumo energético de calefacción o refrigeración.

En la versión actual de la sección HE 1, existen valores de transmitancia y permeabilidad límite, cuyo cumplimiento permiten reducir la demanda de calefacción, etc.

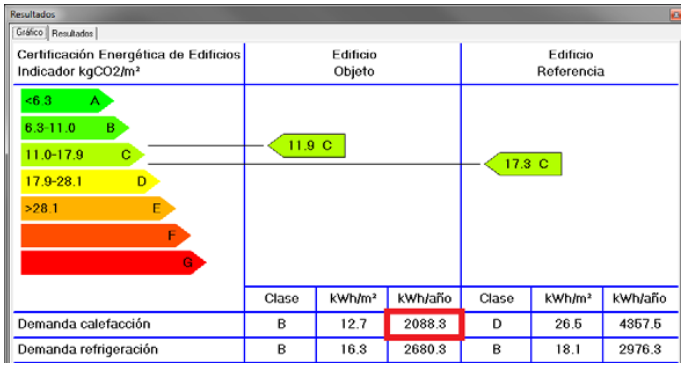
Como orientación podemos observar los valores (ya no son reglamentarios) de demanda límite establecidos en la versión HE 1 del año 2013, sobre Limitación de la Demanda Energética.

Para edificios de uso residencial privado la demanda límite de calefacción, D_{cal_lim}, en base a la zona climática se obtenía aplicando:

$$D_{cal_lim} = D_{cal_base} + \frac{F_{cal_sup}}{S}$$

Donde, S es la superficie útil de los espacios habitados, en m^2, y los factores D_{cal_lim} y F_{cal_sup} se obtienen de la siguiente tabla:

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
D_{cal_base} en kWh/m^2.año	15	15	15	20	27	40
F_{cal_sup}	0	0	0	1000	2000	3000



Podemos obtener la demanda de calefacción de los documentos de certificación energética, o bien del proyecto o memoria técnica de la instalación.

Herramientas de calificación energética como HULC, Cerma, CE3x, etc, ya evalúan la contribución renovable de la bomba de calor.

8. Ejemplo Consumo razonable de calefacción.

Calcular la demanda máxima razonable (CTE-2013) en un edificio de 150 m^2 situado en zona climática tipo D.

Solución:

Emplearemos la expresión del documento HE1 del CTE-2013:

$$D_{cal_lim} = D_{cal_base} + \frac{F_{cal_sup}}{S}$$

Para la zona climática D, tenemos una D_{cal_base} = 27 kWh/m^2.año, y un F_{cal_sup} = 2000, por tanto, la demanda calefacción límite, D_{cal_lim} que se establecía era de:

$$D_{cal_lim} = 27 + \frac{2000}{150} = 40{,}33\ kWh/m^2$$

Para una superficie de 150 m^2, se obtiene una estimación de demanda máxima de:

40,33 kWh/m^2 x 150 m^2 = 6050 kWh anuales