

Cómo mejorar la calificación energética con Bombas de Calor renovables.

1. La calificación energética.

En artículos anteriores hemos explicado cuándo una Bomba de Calor (BdC) es renovable y cuánta energía renovable es capaz de capturar. Ahora explicaremos cómo podríamos tener en cuenta esa energía para mejorar la calificación energética de nuestro edificio¹.

DATOS DEL EDIFICIO	
Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio
Referencia/s catastral/es	Dirección
	Municipio
	C.P.
	C. Autónoma

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	Consumo de energía kWh / m ² año	Emisiones kg CO ₂ / m ² año
A más eficiente		
B		
C		
D		
E	242	
F		51
G menos eficiente		

REGISTRO

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA
Directiva 2010 / 31 / UE

La calificación energética en España consta de dos indicadores, uno de emisiones de CO₂ (E_{CO2}) que es el principal y otro de consumo de Energía Primaria no renovable (EP_{nr}), que es el secundario. Es decir, **la calificación corresponde a las emisiones de CO₂**.

En la escala de la etiqueta es donde se recogen los valores de EP_{nr} y E_{CO2} por m² y año. De este modo se facilita la comparativa entre inmuebles del mismo tipo independientemente de su superficie total.

Para obtener el consumo por año basta con multiplicar estos valores por la superficie habitable, acondicionada o no, según el caso del edificio.

La letra obtenida puede ser diferente para E_{CO2} y EP_{nr}, pero el indicador principal será el de las emisiones de CO₂ y por tanto la letra de la certificación energética.

¹ La propuesta que hacemos todavía no está recogida en la normativa actual vigente. Desde lo hemos publicado por primera vez, no se han producido cambios en este sentido. En el borrador del nuevo CTE BD HE se recoge la directiva en cuando a la energía generada, pero nada de cómo considerarla.

2. Determinación de emisiones de CO₂ y consumo de EPnr.

Tal como se explicó en artículos anteriores, podemos calcular nosotros mismos los valores a incorporar en la etiqueta (E_{CO2} y EPnr) a partir de del consumo de Energía Final (EF) de nuestro edificio y el tipo de energía suministrada al equipo energético, mediante las siguientes fórmulas:

-Para las emisiones de CO₂:

$$E_{CO_2} = \sum EF \times CP_{CO_2}$$

-Para la Energía Primaria no renovable:

$$EPnr = \sum EF \times CP_{EPnr}$$

Siendo

EF Energía final consumida por el equipo.

$$EF = \left(\frac{D_{cal}}{\eta_{cal}} + \frac{D_{ref}}{\eta_{ref}} + \frac{D_{ACS}}{\eta_{ACS}} \right)$$

D_{cal} Demanda de calefacción

D_{ref} Demanda de refrigeración

D_{ACS} Demanda de ACS (agua caliente sanitaria)

η_{cal} Rendimiento medio estacional de la BdC para calefacción.

η_{ref} Rendimiento medio estacional de la BdC para refrigeración.

η_{ACS} Rendimiento medio estacional de la BdC para ACS.

CP_{CO2} Coeficiente de paso de EF a E_{CO2}

CP_{EPnr} Coeficiente de paso de EF a EPnr

E_{CO2} Emisiones de CO₂ en kgCO₂/(m² año)

EPnr Energía Primaria No Renovable consumida en kWh/(m² año)

Si se disponen de varios equipos debe realizarse el sumatorio de los valores obtenidos².

Por ejemplo:

Después de simular un edificio situado en la península Ibérica mediante la aplicación informática Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC) hemos obtenido los siguientes valores:

Consumo de EF para calefacción 10,20kWh/(m² año), para ACS 16,90kWh/(m² año) y no precisa refrigeración. El sistema energético de calefacción es una BdC geotérmica ali-

2 Para cada tipo de energía consumida por los equipos, los valores de E_{CO2} y EPnr son diferentes para la misma cantidad de EF, por lo que en el caso de disponer varios equipos alimentados con diferentes energías, debemos realizar el cálculo de cada uno por separado y posteriormente el sumatorio de los mismos.

mentada con electricidad. La producción de ACS se realiza mediante una caldera mural que funciona con gas natural. Determínese el valor de E_{CO_2} y EP_{nr} .

Los valores que nos facilitan corresponden a EF de cada equipo y como utilizan energías diferentes será preciso calcular los valores por separado y después realizar su suma.

Para la calefacción la EF es de 10,20kWh/(m² año) y consume energía eléctrica, por lo que su emisiones de CO₂ serán:

$$E_{CO_2} = 10,20 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ año}) \times 0,331 \text{ kgCO}_2 / \text{kWh}_{EF} = 3,38 \text{ kgCO}_2 / (\text{m}^2 \text{ año})$$

Para el ACS, al consumir gas natural, las emisiones serán:

$$E_{CO_2} = 16,90 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ año}) \times 0,252 \text{ kgCO}_2 / \text{kWh}_{EF} = 4,26 \text{ kgCO}_2 / (\text{m}^2 \text{ año})$$

Lo que supone unas emisiones totales de:

$$E_{CO_2} = 3,38 \text{ kgCO}_2 / (\text{m}^2 \text{ año}) + 4,26 \text{ kgCO}_2 / (\text{m}^2 \text{ año}) = 7,64 \text{ kgCO}_2 / (\text{m}^2 \text{ año})$$

Repitiendo el proceso para la EP_{nr}, obtenemos:

$$EP_{nr} = 10,20 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ año}) \times 1,954 \text{ kWh}_{EP_{nr}} / \text{kWh}_{EF} + 16,90 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ año}) \times 1,190 \text{ kWh}_{EP_{nr}} / \text{kWh}_{EF} = 40,04 \text{ kWh}_{EP_{nr}} / (\text{m}^2 \text{ año})$$

Coefficientes de paso a emisiones de kg de CO₂ y a Energía Primaria a partir del consumo de Energía Final

Vector energético	a Energía Primaria Total (kWhEP/kWhEF)	a Energía Primaria No Renovable (kWhEP/kWhEF)	A emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /kWhEF)
Electricidad peninsular	2,368	1,954	0,331
Electricidad extra peninsular	3,011	2,937	0,833
Gasóleo calefacción / Fuel-oil	1,182	1,179	0,311
GLP	1,204	1,201	0,254
Gas natural	1,195	1,190	0,252
Biomasa no densificada	1,037	0,034	0,018
Biomasa densificada (pelets)	1,113	0,085	0,018

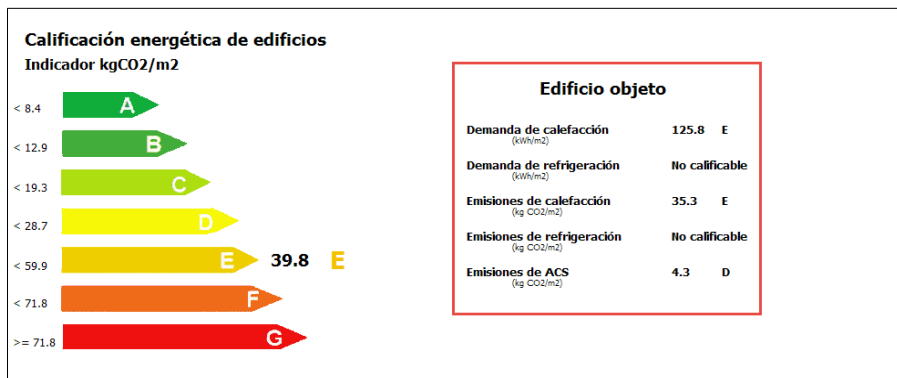
3. Consumo de energía final.

Para determinar el consumo de EF del edificio es preciso realizar la simulación en cualquiera de los programas reconocidos en la actualidad. Para el desarrollo de este artículo consideraremos dos: Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC) por ser la opción general y CE³X, por ser de las opciones simplificadas el más sencillo de uso.

Cuando se simula con la herramienta informática HULC, al pulsar en el icono «**Calcular consumos, calificar**», seleccionando la pestaña «**Resultados**» podemos ver los valores obtenidos: la demanda de calefacción y refrigeración; los consumos de energía final de calefacción, refrigeración y ACS; consumos de EP_{nr} y E_{CO_2} de los tres componentes. Si realizásemos el mismo cálculo que en el ejercicio anterior, a partir de la EF de la tabla inferior, obtendríamos los mismos resultados de EP_{nr} y E_{CO_2} .

	Edificio Objeto	
	kWh/m ² año	kWh/año
Demandas		
Calefacción	9.5	968.5
Refrigeración	19.0	1946.6
	Edificio Objeto	
	kWh/m ² año	kWh/año
Consumos E. Final		
Calefacción	10.2	1042.5
Refrigeración	9.5	973.3
ACS	16.9	1732.9
Global	36.6	3748.8
	Edificio Objeto	
	kWh/m ² año	kWh/año
Consumos Energía Primaria No Renovable		
Calefacción	12.1	1240.6
Refrigeración	18.6	1901.8
ACS	20.1	2062.2
Global	50.8	5204.6
	Edificio Objeto	
	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO₂		
Calefacción	2.6	262.7
Refrigeración	3.2	322.2
ACS	4.3	436.7
Global	10.0	1021.6

El programa informático CE³X también aporta los valores anteriores. Si pulsamos el icono equivalente, obtendremos la siguiente grafica y tabla de resultados. Pero no aporta el consumo de energía final.



Por un lado aporta el indicador principal sobre la grafica de barras, que corresponde a E_{CO2}. Sobre la tabla remarcada obtenemos las demandas de calefacción y refrigeración y las emisiones de CO₂ de calefacción, refrigeración y ACS, que si bien las unidades reflejadas son kWh/m² y kgCO₂/m² respectivamente, debería poner kWh/(m² año) y kg CO₂/(m² año).

Para saber cual es la EF consumida, aplicaremos la misma fórmula del ejemplo, pero considerando como incógnita la EF y como valor conocido E_{CO_2} , quedando:

$$EF = \frac{E_{CO_2}}{CP_{CO_2}}, \text{ y ya tendríamos los mismos datos que con HULC.}$$

4. Mejora de calificación energética.

A partir de ellos datos anteriores, podemos ya determinar la mejora de la calificación energética. En esta ocasión lo haremos directamente desde un ejemplo, que endemos será más claro.

Ejemplo:

Se trata de una Bdc eléctrica de Aire-Aire de potencia nominal 7,5kW con un COP a 45°C de 3,8 situada en la zona climática s/CTE HE «C1» en la costa atlántica. La Bdc se emplea únicamente para satisfacer las necesidades de calefacción ya que las de ACS se cubren con un depósito acumulador eléctrico de 120 litros, con una potencia de 5,00kW y rendimiento del 98%. La superficie útil habitable/acondicionada de la vivienda es de 99,0m².

Se obtienen los siguientes valores del programa informático HULC:

Demandas	Edificio Objeto	
	kWh/m ² año	kWh/año
Calefacción	34.4	3407.0
Refrigeración	2.6	254.4

Consumos Energía Final	Edificio Objeto	
	kWh/m ² año	kWh/año
Calefacción	13.4	1331.8
Refrigeración	1.3	127.3
ACS	27.2	2699.9
Global	41.9	4158.9

Se trata de determinar los valores de E_{CO_2} y EP_{nr} del estado inicial, la energía renovable capturada y los nuevos valores de E_{CO_2} y EP_{nr} considerando la energía renovable.

Como el proceso es el mismo para cada energía, hallaremos solo los valores de EP_{nr} y E_{CO_2} para la calefacción, que es el que nos interesa. El resto se procederá igual.

La energía de funcionamiento de la Bdc es eléctrica.

$$EP_{nr} = 1.331,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ año}) \times 1,954 \text{ kWh}_{EP_{nr}}/\text{kWh}_{EF} = 2.602,3 \text{ kWh}_{EP_{nr}}/(\text{m}^2 \text{ año})$$

$$E_{CO_2} = 1.331,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ año}) \times 0,331 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_{EF} = 440,8 \text{ kgCO}_2/(\text{m}^2 \text{ año})$$

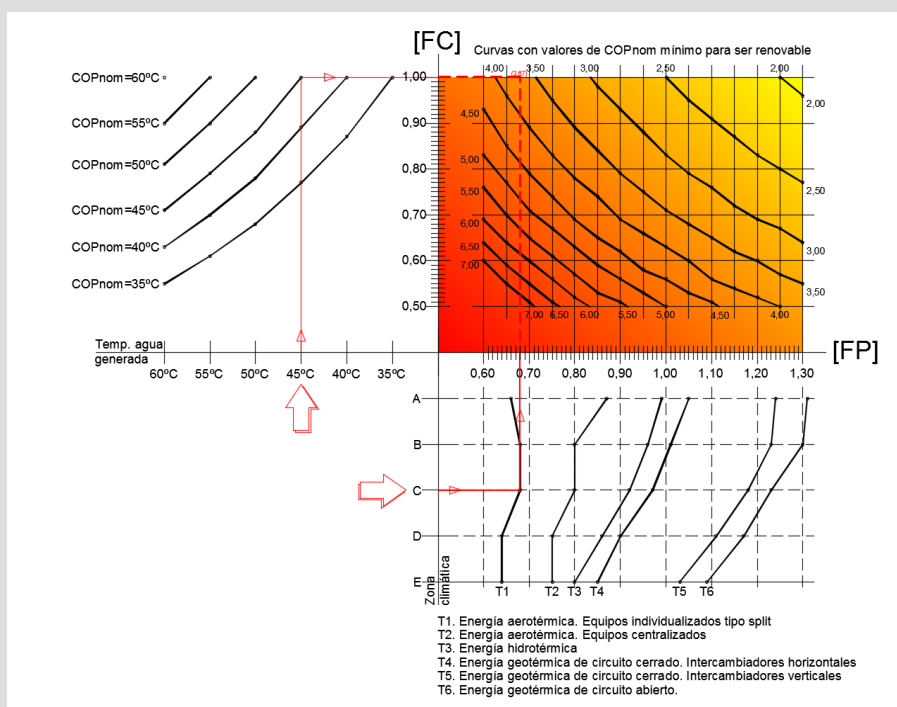
Que son los mismos valores obtenidos con el programa informático HULC

Consumos Energía Primaria No Renovable	Edificio Objeto	
	kWh/m ² año	kWh/año
Calefacción	26.2	2602.3
Refrigeración	2.5	248.7
ACS	53.2	5275.5
Global	81.9	8126.5

Emisiones	Edificio Objeto	
	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Calefacción	4.4	440.8
Refrigeración	0.4	42.1
ACS	9.0	893.7
Global	13.9	1376.6

Aceptamos como validos los demás valores del programa.

Antes de calcular la energía renovable que aporta la BdC, tenemos que confirmar que sí es renovable. De acuerdo con el artículo «Cuándo las Bombas de Calor son renovables» sabiendo que suministra agua caliente a la temperatura de ensayo del COP_{nom} (45°C) el COP_{nom} debe ser al menos de 3,67, como se muestra en la grafica siguiente.



Por tanto, al ser su COP_{nom} de 3,80 se trata de una BdC renovable.

Ahora veamos la cantidad de energía renovable que aporta, de acuerdo con el artículo «Cuánta energía renovable genera una Bomba de Calor». En ese artículo elaboramos

una tabla en la que directamente se obtenida los MWh renovables a partir de la zona climática, la potencia nominal del equipo y su SPF.

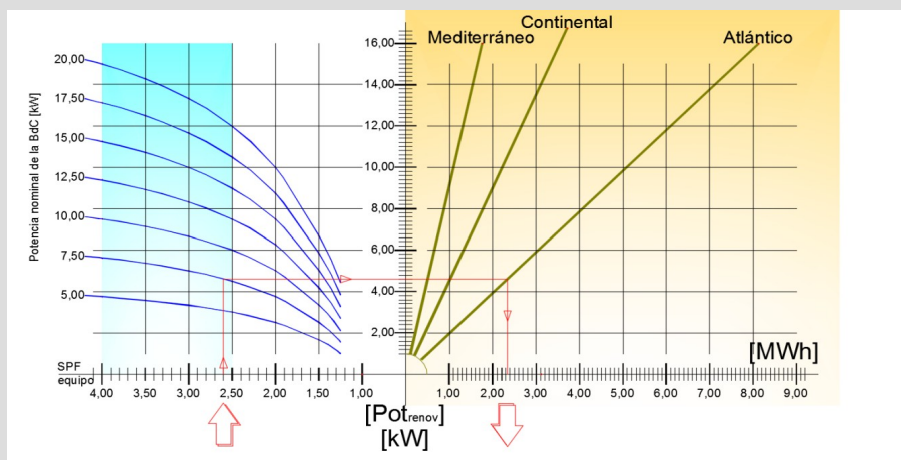
Hallamos su SPF de acuerdo con el documento reconocido del IDAE «Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios» con fecha de febrero de 2014, mediante la formula:

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

Que para el caso que nos ocupa será:

$$SPF = 3,80 \times 0,68 \times 1,00 = 2,584 \approx 2,60$$

Ahora, entrando en la tabla con SPF = 2,60 calculado; la potencia de 7,50kW y en la zona climática Atlántico-Norte.



Obtenemos 2,34MWh de energía renovable, es decir 2.340kWh.

Por tanto, de la demanda total de calefacción de 3.407kWh, la cantidad de 2.340kWh es renovable y así nos quedan 1,067kWh para calcular su EPnr y E_{CO2}. Para operar ahora obtenemos la demanda por m² habitable que en nuestro caso es de 99,0m².

$$D_{cal}[kWh/(m^2 \text{ año})] = \frac{1,067,0kWh/\text{año}}{99,00m^2} = 10,8kWh/(m^2 \text{ año})$$

Hemos pasado de 34,4kWh/(m² año) a 10,8kWh/(m² año), por lo que el consumo de energía final de 13,4kWh/(m² año) se reducirá en la misma proporción³:

$$EF[kWh/m^2 \text{ año}] = \frac{10,80kWh/(m^2 \text{ año})}{34,40kWh/m^2 \text{ año}} \times 13,4kWh/(m^2 \text{ año}) = 4,10kWh/m^2 \text{ año}$$

Ahora, aplicando los coeficientes de paso correspondientes a la electricidad peninsular:

$$EPnr = 4,1kWh/(m^2 \text{ año}) \times 1,954kWh_{EPnr} / kWh_{EF} = 8,0kWh_{EPnr} / (m^2 \text{ año})$$

$$E_{CO_2} = 4,10kWh/(m^2 \text{ año}) \times 0,331kgCO_2 / kWh_{EF} = 1,4kgCO_2 / (m^2 \text{ año})$$

Sumando los valores de ACS y refrigeración:

3 El rendimiento medio estacional de la Bdc no varía.

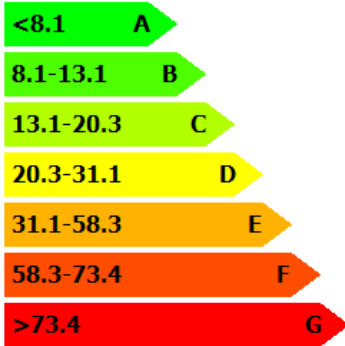
$$EP_{nr} = (8,00 + 53,2 + 2,50)kWh_{EP_{nr}} / (m^2 \text{ año}) = 63,70kWh_{EP_{nr}} / (m^2 \text{ año})$$

$$E_{CO_2} = (1,40 + 9,00 + 0,40)kgCO_2 / (m^2 \text{ año}) = 10,80kgCO_2 / (m^2 \text{ año})$$

Emisiones	Edificio Objeto	
	kgCO2/m ² año	kgCO2/año
Calefacción	(1,4)	440.8
Refrigeración	0.4	42.1
ACS	9.0	893.7
Global	(10,8)	1376.6

Tenemos ahora 10,8 kgCO₂/(m² año) y antes 13,9 kgCO₂/(m² año), una reducción de un 21,7% del total de emisiones, frente al 68,2% si solo consideramos la calefacción. El motivo está en la ACS que supone el 64,9% de todo el consumo final de energía por lo que la mejora de calefacción solo afecta al 35,1% del total.

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO₂/m² año



Ahora que tenemos los nuevos valores de EP_{nr} y E_{CO₂}, nos interesa saber si hemos conseguido mejorar la letra de la calificación energética. Si hemos usado el programa HULC o CE³X, se puede ver en la pestaña gráfica de resultados de la certificación, los valores que corresponden a cada letra. En el ejemplo anterior hemos conseguido pasar de una letra «C» [13,9kgCO₂/(m² año)] a una letra «B» [10,8kgCO₂/(m² año)].

Estos valores son diferentes para cada zona climática y tipo de edificio. Los valores y la explicación detallada se pueden consultar en el documento reconocido «Calificación de la eficiencia energética de los edificios», publicado por el IDAE en noviembre de 2015.

El programa postCalener, de una forma sencilla corrige la calificación y genera un documento oficial donde se recoge la misma. Esto requeriría otro artículo más amplio sobre el postCalner.

5. Conclusiones.

Como conclusión al ejemplo anterior podemos señalar que **la demanda de ACS puede ser determinante para mejorar sustancialmente la calificación energética** incluso cuando la BdC sea renovable. Desde la versión de CTE HE del 2013 se ha aumentado de forma considerable el aislamiento de la envolvente térmica, y en próximas revisiones posiblemente aún más. De este modo la demanda de calefacción se reduce a valores mucho menores que los de ACS. Lo que no se puede reducir es la energía precisa para conseguir ACS en condiciones de uso (60°C) por mucho aislamiento que tengamos, ya que depende de la temperatura del agua exterior y de la demanda diaria (litros/día). O bien reducimos el consumo de ACS por persona y día, fijado en 28 litros/(persona y día) en re-

sidencial o bien las BdC deben ser capaces de generar agua caliente a temperaturas más altas y con un COP más elevado.

En definitiva, con una BdC renovable podríamos mejorar la calificación energética del edificio de forma mas o menos sencilla. Si además aplicamos el postCalener podemos obtener la nueva calificación de forma directa con muy pocos cambios... **Pero esta mejora no es aplicable y no merece la pena explicarlo.**

En definitiva, para el usuario, el generar energía renovable, supone conseguir el mismo confort con un gasto menor de energía final y con los cambios de coeficientes de paso y de los programas de certificación, conseguimos con relativa facilidad una calificación «A» del edificio. **Lo mismo aunque la BdC no tuviese la categoría de renovable⁴.**

La única ventaja está en que si se utiliza para la producción de ACS, es renovable y cumple las limitaciones de emisiones de CO₂ y consumo de energía primaria no renovable, ya comentado en artículos anteriores, podemos prescindir de los paneles solares.

Y no es fácil conseguir que cumpla las condiciones necesarias para prescindir de los paneles solares.

4 Además, dado el precio por kWh de energía eléctrica frente al gas natural, no siempre es un ahorro para el usuario final usar BdC.