



t a l l e r | d e | s i s t e m a s | e n e r g é t i c o s

tallerdesistemasenergeticos.es

BLOQUE I.I

-CONTEXTO NORMATIVO.

- CTE-BDHE-2013.

José Luis Vázquez Otero



Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

Objetivo:

- conseguir un **uso racional de la energía** necesaria para la utilización de los *edificios*,
- **reduciendo** a límites sostenibles su consumo y
- conseguir que una parte del consumo proceda de **fuentes de energía renovable**, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*

El Documento Básico “DB HE Ahorro de energía” especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.



Ámbito y Criterios generales de aplicación (HE)

- El ámbito de aplicación se especifica, para cada sección de las que se compone el mismo, en sus respectivos apartados.
- El contenido de este DB se refiere únicamente al requisito básico "Ahorro de energía".
- Las exigencias de los demás DB deben cumplirse!!
- Criterios generales de aplicación
- Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las del DB (justificadas).



Criterios de aplicación en edificios existentes (HE)

- Criterio 1: no empeoramiento
 - Salvo que se indique específicamente en el DB HE, si las condiciones preexistentes **son menos exigentes que el DB no se podrán reducir**, y en caso contrario se podrían reducir a niveles de DB.
- Criterio 2: flexibilidad
 - Cuando sea imposible llegar a las exigencias se permite adoptar al mayor grado de adecuación en los siguientes casos:
 - En Edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando otras soluciones pudiesen alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto
 - la aplicación de otras soluciones no suponga una mejora efectiva en las prestaciones relacionadas con el requisito básico de “Ahorro de energía”, o;
 - otras soluciones no sean técnica o económicamente viables, o;
 - la intervención implique cambios sustanciales en otros elementos de la envolvente sobre los que no se fuera a actuar inicialmente.
- Criterio 3: reparación de daños
 - Los elementos de la parte existente no afectados por ninguna de las condiciones del DB, se pueden conservar en el estado actual con la condición de que sus prestaciones iniciales no mermen significativamente.



Limitación del consumo energético (HE0)

- Energía final: energía tal y como se utiliza en los puntos de consumo. Es la que compran los consumidores, en forma de electricidad, carburantes u otros combustibles usados de forma directa.
- Energía primaria: energía suministrada al edificio procedente de fuentes renovables y no renovables, que no ha sufrido ningún proceso previo de conversión o transformación. Es la energía contenida en los combustibles y otras fuentes de energía e incluye la energía necesaria para generar la energía final consumida, incluyendo las pérdidas por su transporte hasta el edificio, almacenamiento, etc.

Energía primaria = Energía final + Pérdidas en transformación + Pérdidas en transporte





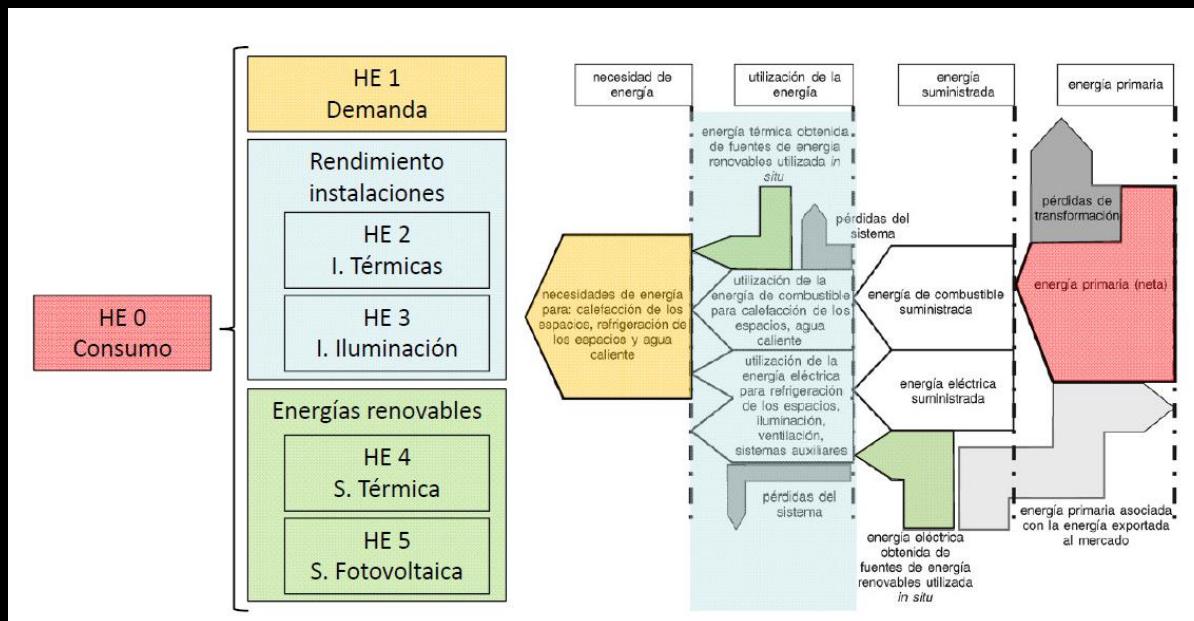
Demanda energética:

- Energía útil necesaria que tendrían que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas reglamentariamente.
- Se puede dividir :
- demanda energética de calefacción,
- demanda energética de refrigeración,
- demanda energética de agua caliente sanitaria (ACS)
- demanda energética de iluminación,
- Se expresa en $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$, considerada la **superficie útil de los espacios habitables** del edificio.



Consumo energético:

- Energía necesaria para satisfacer la demanda energética de los servicios de calefacción, refrigeración, ACS y, en edificios de uso distinto al residencial privado, de iluminación, del edificio, teniendo en cuenta la eficiencia de los sistemas empleados.
- En el contexto de DB HE se expresa en términos de energía primaria y en unidades $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$, considerada la superficie útil de los espacios habitables del edificio.





Terminología

- **Recinto habitable:**

- recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas.
- Se consideran recintos habitables los siguientes:
 - habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
 - aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
 - quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
 - oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
 - cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
 - zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;
 - cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.



tallerdesistemasenergeticos.es

Terminología

Recinto no habitable:

- recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas.
- En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables:
- garajes,
- trasteros,
- las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados,
- y sus zonas comunes.



HE0- Cuantificación de la exigencia

- Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de uso residencial privado

- El consumo energético de **energía primaria no renovable** del edificio NO debe superar:

Donde:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + \frac{F_{ep,sup}}{S}$$

- $C_{ep,lim}$ valor límite calefacción, refrigeración y ACS, considerada la superficie útil de los espacios habitables ($kW\cdot h/m^2\cdot a$)
- $C_{ep,base}$ valor base del consumo energético (tabla 2.1)
- $F_{ep,sup}$ es el factor corrector por superficie (tabla 2.1)
- S es la superficie útil de los espacios habitables (m^2)

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético

	Zona climática de invierno					
	α	A*	B*	C*	D	E
$C_{ep,base}$ [$kW\cdot h/m^2\cdot a$]	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

* Los valores de $C_{ep,base}$ para las zonas climáticas de invierno A, B y C de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de $C_{ep,base}$ de esta tabla por 1,2.



HE0- Cuantificación de la exigencia

Ejemplo: ¿Cuál es el consumo energético límite de un edificio de 10 viviendas de 90 m² de superficie útil, elementos comunes 10% situado en A Coruña?

S=10x90x1,1=990 m² de superficie útil.

$$C_{ep,lim} = 50 + \frac{1500}{990} = 51,52 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

El consumo energético para cada vivienda del edificio va a ser:

$$51.52 \times 90 \text{ m}^2 = 4636,8 \text{ kWh·año}$$

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético

	Zona climática de invierno					
	α	A*	B*	C*	D	E
$C_{ep,base}$ [kW·h/m ² ·año]	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

* Los valores de $C_{ep,base}$ para las zonas climáticas de invierno A, B y C de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de $C_{ep,base}$ de esta tabla por 1,2.



tallerdesistemasenergeticos.es

HE0- Cuantificación de la exigencia

- **Edificios nuevos o ampliaciones** de edificios existentes de otros usos.
- La calificación energética para el **indicador consumo energético de energía primaria** del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser de una eficiencia igual o superior a la **clase B**, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril





HE0- Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia

- Documentos de proyecto;
- Definición de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio
- Procedimiento empleado para el cálculo de la demanda energética y el consumo energético;
- Demanda energética de los distintos servicios técnicos del edificio (calefacción, refrigeración, ACS y, en su caso, iluminación);
- Descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos del edificio;
- Rendimientos considerados para los distintos equipos de los servicios técnicos del edificio;
- Factores de conversión de energía final a energía primaria.
- Para uso residencial privado, consumo de energía procedente de fuentes de energía no renovables;
- En caso de edificios de uso distinto al residencial privado, calificación energética para el indicador de energía primaria.



HE0 - Datos para el cálculo del consumo energético

- Demanda energética y condiciones operacionales.
- El consumo energético de los servicios de calefacción y refrigeración (HE1).
- El consumo energético del servicio de agua caliente sanitaria (ACS) (HE4).
- El consumo energético del servicio de iluminación (HE3).
- Factores de conversión de energía final a energía primaria
 - Publicados oficialmente – IDAE
- Sistemas de referencia
 - Cuando en proyecto no se defina equipo de climatización se consideran estas eficiencias:

Tabla 2.2 Eficiencias de los sistemas de referencia

Tecnología	Vector energético	Rendimiento
Producción de calor	Gas natural	0,92
Producción de frío	Electricidad	2,00



HE0 - Procedimientos de cálculo del consumo energético

- determinar el consumo de energía primaria procedente de fuentes de energía no renovables.
- Procedimiento debe considerar:
 - Demanda energética necesaria para los servicios de calefacción y refrigeración
 - Demanda energética necesaria para el servicio de agua caliente sanitaria;
 - en usos distintos al residencial privado, la demanda energética necesaria para el servicio de iluminación;
 - Dimensionado y los rendimientos de los equipos y sistemas de producción de frío y de calor, ACS e iluminación;
 - Empleo de distintas fuentes de energía, sean generadas in situ o remotamente;
 - Factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables;
 - Contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela.



HE 1 - Limitación de la demanda energética.

Ámbito de aplicación:

- Edificios de nueva construcción.
- Intervenciones en edificios existentes.
 - ampliación: aquellas en las que se incrementa la superficie o el volumen construido;
 - reforma: cualquier trabajo u obra en un edificio existente distinto del que se lleve a cabo para el exclusivo mantenimiento del edificio;
 - cambio de uso.

Se excluyen:

- Edificios históricos protegidos oficialmente.
- Construcciones provisionales \leq 2 años uso.
- Edificios industriales, de la defensa y agrícolas en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales;
- Edificios independientes con superficie $< 50 \text{ m}^2$.
- Edificaciones (o parte) que deban permanecer abiertas.
- Cambio del uso característico del edificio cuando este no suponga una modificación de su perfil de uso.



HE1 - Caracterización y cuantificación de la exigencia.

- La demanda energética de los edificios se limita en función:
 - zona climática de su localidad de ubicación.
 - uso previsto.
- En edificios de uso residencial privado:
 - En la envolvente térmica no se pueden producir descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables (características de los elementos)
 - Se limitará la transferencia de calor entre:
 - unidades de distinto uso,
 - unidades de uso y las zonas comunes del edificio.
- Limitar los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.



HE1- Cuantificación de la exigencia.

- Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes
 - Edificios de uso residencial privado
- Calefacción:
- La demanda energética del edificio o la parte ampliada NO debe superar:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

$D_{cal,lim}$ es el valor límite de la demanda energética de calefacción, expresada en $kW\cdot h/m^2\cdot año$, considerada la superficie útil de los espacios habitables;

$D_{cal,base}$ es el valor base de la demanda energética de calefacción, para cada zona climática de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la tabla 2.1;

$F_{cal,sup}$ es el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, que toma los valores de la tabla 2.1;

S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en m^2 .

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [$kW\cdot h/m^2\cdot año$]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

- Refrigeración:
- Zonas climáticas (verano) 1, 2 y 3: $D_{ref, lim} = 15 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$
- Zonas climáticas (verano) 4: $D_{ref, lim} = 20 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$



HE1- Cuantificación de la exigencia.

- Ejemplo: ¿Cuál es la demanda energética límite de un edificio de 10 viviendas de 90 m² de superficie útil, elementos comunes 10% situado en A Coruña?

$(10*90)*1.1 = 990 \text{ m}^3$ de superficie útil

$$D_{cal,lim} = 20 + \frac{1000}{990} = 21.01 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$$
$$D_{ref,lim} = 15 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$$

- La demanda energética límite para cada vivienda del edificio va a ser:

$$(21.01 + 15)* 90 \text{ m}^2 = 3240.9 \text{ kWh}\cdot\text{año}$$



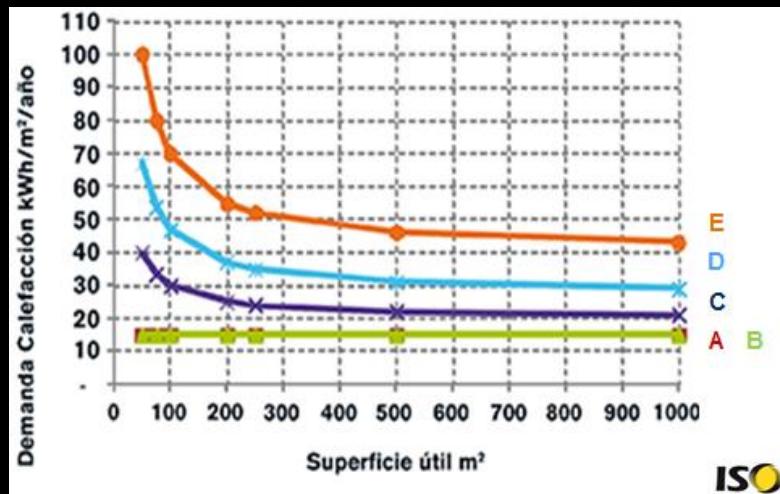
HE1- Cuantificación de la exigencia.

EJEMPLO 1 - Zona C:

$$\text{Edificio } S = 1000 \text{ m}^2 \quad D_{\text{cal. lim}} = 20 + 1000/1000 = 20 \text{ kWh/m}^2\text{año}$$

EJEMPLO 2 - Zona C:

$$\text{Edificio } S = 100 \text{ m}^2 \quad D_{\text{cal. lim}} = 20 + 1000/100 = 30 \text{ kWh/m}^2\text{año}$$



$$D_{\text{cal. lim}} = D_{\text{cal. base}} + F_{\text{cal. sup}} / S$$

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{\text{cal. base}}$ (kWh/m ² -año)	15	15	15	20	27	40
$F_{\text{cal.sup}}$	0	0	0	1000	2000	3000



HE1- Cuantificación de la exigencia.

- Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes
- Edificios de otros usos
- El porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración, respecto al edificio de referencia del edificio o la parte ampliada < a tabla 22.

Tabla 2.2 Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%*

* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

- Los edificios que sean asimilables al uso residencial privado, debido a su uso continuado y baja carga de las fuentes internas, pueden justificar la limitación de la demanda energética mediante los criterios aplicables al uso residencial.



HE1- Cuantificación de la exigencia.

Limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado (Edificios Nuevos)

- La transmitancia térmica y permeabilidad al aire de la envolvente térmica <= valores de tabla 2.3.

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
<i>Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno⁽¹⁾ [W/m²•K]</i>	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
<i>Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m²•K]</i>	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
<i>Transmitancia térmica de huecos⁽²⁾ [W/m²•K]</i>	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
<i>Permeabilidad al aire de huecos⁽³⁾ [m³/h·m²]</i>	< 50	< 50	< 50	< 27	< 27	< 27

- Excepciones:
 - Los puentes térmicos
 - Las soluciones constructivas diseñadas para reducir la demanda energética (invernaderos adosados, muros parietodinámicos, muros Trombe)
 - Medianerías y particiones interiores



HE1- Cuantificación de la exigencia.

- Limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado (Edificios Nuevos y existentes)
 - Medianerías y particiones interiores: que delimiten las unidades de uso residencial de otras de distinto uso o de zonas comunes del edificio <= tabla 2.4.

Tabla 2.4 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en $W/m^2 \cdot K$

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Tabla 2.5 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en $W/m^2 \cdot K$

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00



Apéndice E Valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica.

E.2 Parámetros característicos de la envolvente térmica

Tabla E.1. Transmitancia del elemento [W/m²K]

Transmitancia del elemento [W/m ² K]	Zona Climática				
	α	A	B	C	D
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22
					0.19

U_M: Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S: Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C: Transmitancia térmica de cubiertas

Tabla E.2. Transmitancia térmica de huecos [W/m²K]

Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K]	α	A	B	C	D	E
Captación solar	Alta	5.5 – 5.7	2.6 – 3.5	2.1 – 2.7	1.9 – 2.1	1.8 – 2.1
	Media	5.1 – 5.7	2.3 – 3.1	1.8 – 2.3	1.6 – 2.0	1.6 – 1.8
	Baja	4.7 – 5.7	1.8 – 2.6	1.4 – 2.0	1.2 – 1.6	1.2 – 1.4

NOTA: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para *zonas climáticas* con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste.



CTE 2006 vs HE 2013.

- Requerimientos CTE de transmitancias (U ; $W/m^2 \cdot K$) en fachadas según zonas climáticas:

Requerimientos <small>CTE 2006</small>	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D	ZONA E
U_{max} (*)	1.22	1.07	0.95	0.86	0.74
U_{Mlim} (**)	0.94	0.82	0.73	0.66	0.57

(*) Transmitancia térmica máxima de cerramientos de fachadas (tabla 2.1 DB-HE1) (**) Transmitancia térmica límite media de fachadas (tabla 2.2 DB-HE1)

E.2 Parámetros característicos de la envolvente térmica

Tabla E.1. Transmitancia del elemento [$W/m^2 K$]

Transmitancia del elemento [$W/m^2 K$]	Zona Climática					
	a	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_s	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_c	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

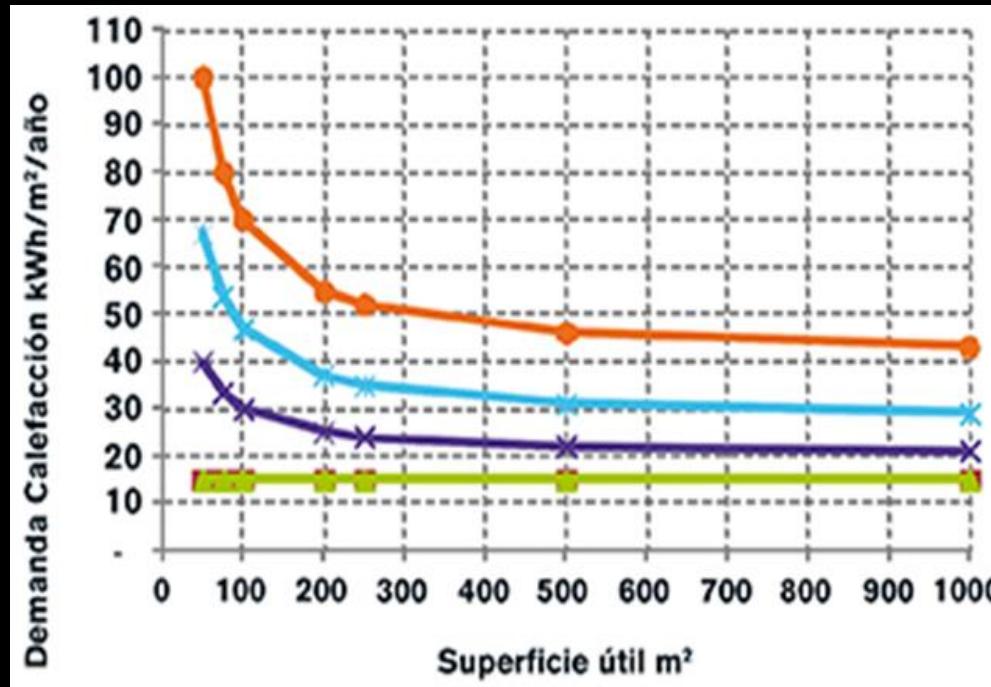
U_s : Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_c : Transmitancia térmica de cubiertas



tallerdesistemasenergeticos.es

CTE 2006 vs HE 2013.





t a l l e r | d e | s i s t e m a s | e n e r g é t i c o s

tallerdesistemasenergeticos.es

Referencias.

- ATECYR/INEGA.
- MIYABI/CENER.
- APPLUS.
- ISOVER.