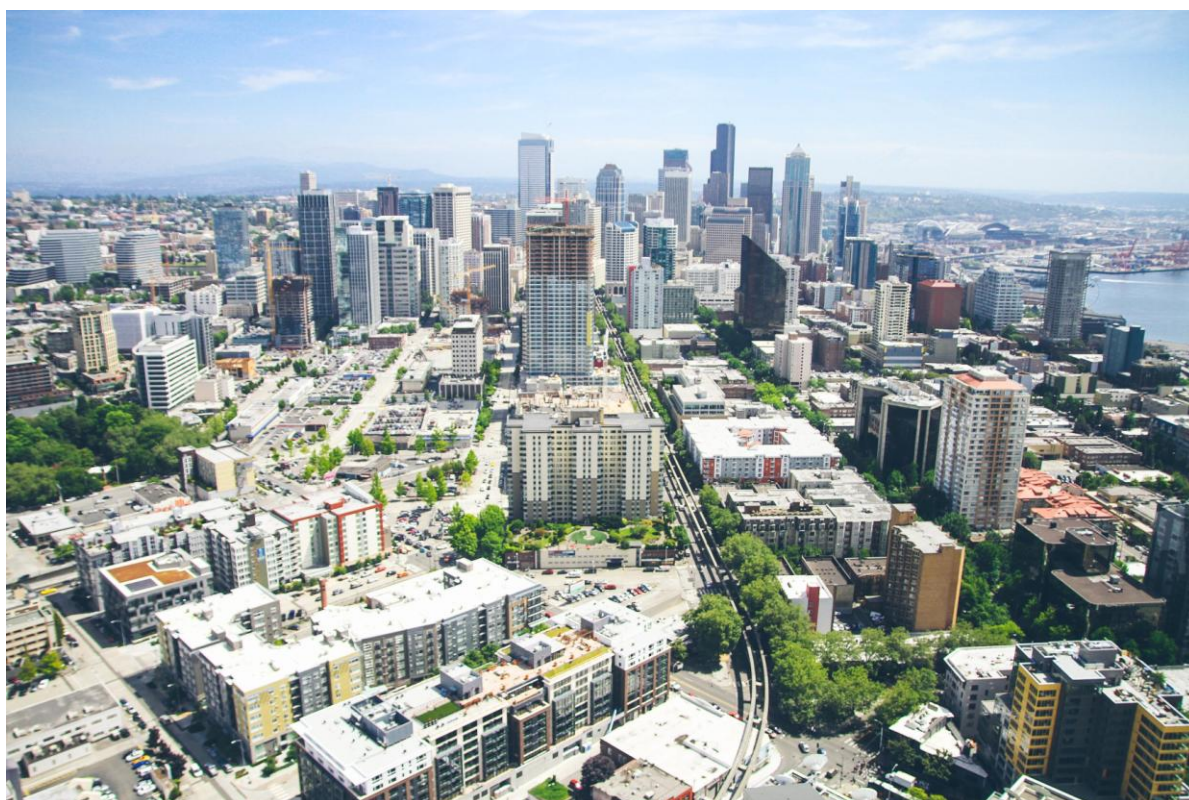

CRITERIS DE DISSENY DE L'ENVOLUPANT TÈRMICA EN EDIFICIS D'ÚS RESIDENCIAL EN BASE AL CTE 2013

ABRIL 2017



DEKRA AMBIO, S.A.U.

DELEGACIO BARCELONA c/Napols, 249, 4ª planta 08013 Barcelona
Departament de Sostenibilitat Energètica Tel. 93 494 00 01 Mòb. 620 91 94 72

lorenzo.morales@dekra.com www.dekra-ambio.es

ÍNDEX

1.	Introducció i objectiu del document.....	3
1.2.	INTRODUCCIÓ	3
1.2.	OBJECTIU DEL DOCUMENT	3
2.	Paràmetres de disseny segons el DB HE-1 en edificis d'ús residencial privat.....	4
2.1.	LIMITACIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA	4
2.2.	LIMITACIÓ DE LA TRANSMITÀNCIA TÈRMICA DELS TANCAMENTS DE L'EDIFICI	5
2.3.	PARÀMETRES CARACTERÍSTICS DE L'ENVOLUPANT TÈRMICA	6
3.	Comparativa entre el CTE 2006 i el CTE 2013	7
4.	Conclusions	10

1. Introducció i objectiu del document

1.1. Introducció

El Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) és el marc normatiu que estableix les exigències que han de complir els edificis en relació als requisits bàsics de seguretat i habitabilitat establerts en la llei 38/1999 del 5 de novembre.

Aquestes exigències bàsiques de qualitat que han de complir els diferents edificis es refereixen a matèries en seguretat (seguretat estructural, seguretat contra incendis, seguretat d'utilització) i en habitabilitat (salubritat, protecció davant el soroll y estalvi d'energia)

Aquest document es centrarà en l'anàlisi de l'apartat en estalvi d'energia, DB- HE, i en concret, el DB HE – 1 Limitació de la demanda energètica.

Degut a l'actualització del CTE en el 2013, els criteris anteriorment utilitzats per al compliment de la limitació de la demanda no poden ser els mateixos atès que el CTE 2013 és més restrictiu en aquest aspecte. Per tant, cal actualitzar els criteris de disseny de l'envolupant tèrmica.

Una altre aspecte a tenir en compte és el canvi de l'eina de simulació de la qualificació energètica. A partir del gener del 2016, totes les qualificacions energètiques cal realitzar-les amb HULC (Herramienta Unificada Lider Calener), deixant endarrere l'ús del programa anterior: LIDER per a la limitació de la demanda i CALENER VYP per a la qualificació energètica.

En aquest document es descriu la normativa del CTE 2013 per al disseny de paràmetres característics de l'envolupant tèrmica i una comparativa amb el CTE 2006.

1.2. Objectiu del document

Aquest document té com a objectiu final orientar als projectistes i promotors d'habitatges en els guixos que han de tenir els aïllaments i per defecte el conjunt dels diferents tancaments.

Ahora vol aclarir que no es comparable els requisits que s'han de complir en edificis projectats abans o després del 2013 amb l'actualització del CTE.

2. Paràmetres de disseny segons el DB HE-1 en edificis d'ús residencial privat

2.1. Limitació de la demanda energètica

El CTE 2013 estableix uns límits de la demanda energètica de l'edifici en base a la zona climàtica d'hivern.

La **demanda energètica de calefacció** no ha de superar el valor límit obtingut mitjançant la següent expressió:

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

donde,

$D_{cal,lim}$ es el valor límite de la **demanda energètica** de calefacció, 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 energètica** de calefacció, 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 energètica** de calefacció, que toma los valores de la tabla 2.1;

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

Fig. 1. Expressió per determinar el valor límit de la demanda de calefacció. Font: CTE 2013, DB HE-1, pàg. 14.

El valor base de la demanda energètica de calefacció i el factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció es mostren en la taula inferior.

Taula 1. Valors base i factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció. Font: CTE 2013, DB HE-1, pàg. 14 Taula 2.1.

	Zona climàtica 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

Pel que fa a la demanda energètica de refrigeració, en cap cas ha de superar el valor límit de $15 \text{ kWh}/m^2 \cdot any$ per a zones climàtiques d'estiu 1, 2 i 3, o el valor límit $20 \text{ kWh}/m^2 \cdot any$ per a la zona climàtica d'estiu 4.

2.2. Limitació de la transmissió tèrmica dels tancaments de l'edifici

El DB HE-1 estableix unes transmissió límit per als diferents tancaments de l'edifici en funció de la zona climàtica d'hivern i el tipus de tancament. En tots els casos, **les transmissió tèrmiques dels tancaments de l'edifici objecte sempre han de ser inferiors a les establertes en el DB HE-1 secció 2.2.1.2.**

La transmissió tèrmica i permeabilitat de l'aire en els buits i la transmissió tèrmica de les zones opaques de murs, cobertes i terres que formin part de l'envolupant tèrmica de l'edifici no poden superar els valors que es mostren en la taula següent. Quedan exclosos d'aquest apartat els ponts tèrmics.

Taula 2. Transmissió tèrmica màxima i permeabilitat de l'aire dels elements de l'envolupant tèrmica. Font: CTE 2013, DB HE-1, pàg. 15 Taula 2.3

Paràmetre	Zona climàtica de hivern					
	α	A	B	C	D	E
Transmissió tèrmica de murs i elements en contacte amb el terreny ⁽¹⁾ [W/m ² ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmissió tèrmica de cobertes i sòls en contacte amb l'aire [W/m ² ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmissió tèrmica de buits ⁽²⁾ [W/m ² ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilitat al aire de buits ⁽³⁾ [m ³ /h·m ²]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Aquesta taula indica valors màxims i el seu compliment no garanteix el compliment amb la demanda de calefacció i refrigeració exigida.

Les solucions constructives per reduir la demanda energètica com murs Trombe, façanes ventilades, etc. poden superar els valors marcats en la Taula 2, ja que les prestacions i el comportament d'aquest tipus de solucions constructives no es descriu adequadament mitjançant la transmissió tèrmica.

El DB HE-1 també estableix una transmissió límit per a les particions interiors, fent distinció entre les particions interiors que separen espais del mateix ús i espais de diferent ús. Com a exemple, particions interiors que delimiten espais del mateix ús serien forjats entre pisos o envans entre habitatges i es considera partició interior que delimita espais de diferents usos el forjat entre els locals dels baixos de l'edifici i el primer pis d'habitatges, per exemple.

Taula 3. Transmissió tèrmica (en W/m²·K) límit de particions interiors quan delimiten unitats de diferent ús, zones comuns o mitgeres. Font: CYE 2013, DB HE-1, pàg 15 Taula 2.4.

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

Taula 4. Transmissió tèrmica (en $W/m^2 \cdot K$) límit de particions interiors quan delimiten unitats del mateix us. Font: CTE 2013, DB HE-1, pàg. 15 Tabla 2.5.

Tipo de elemento	Zona climàtica de invierno					
	α	A	B	C	D	E
<i>Particiones horizontales</i>	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
<i>Particiones verticales</i>	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

2.3. Paràmetres característics de l'envolupant tèrmica

En l' Apèndix E del DB HE-1, s'estableixen uns valors orientatius pels paràmetres característics de l'envolupant tèrmica. **En cap cas els valors orientatius definits en aquesta secció del DB HE-1 garanteixen el compliment de les exigències de limitació de la demanda però si que condueixen a obtenir valors molt propers.** Aquests valors tenen considerats uns ponts tèrmics equivalents a un edifici de compactivitat mitja.

Segons criteri del DB HE-1, l'ús de les taules s'ha limitat a l'aplicació d'edificis amb una superfície total de buits no superior al 15% de la superfície útil. Els valors de la transmissió tèrmica dels buits i el factor solar modificat haurien de reduir-se en cas de tenir relacions majors de superfícies de buits respecte la superfície útil. Aquest aspecte és útil per al compliment de la limitació de la demanda en HULC. La modificació d'aquests valors ha d'estar justificada mitjançant la UNE 10077-1 *Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica* i la UNE 13363-1 *Dispositivos de protección solar combinados con acristalamiento. Cálculo del factor de transmitancia solar y luminosa.*

Taula 5. Paràmetres característics de l'envolupant tèrmica. Transmissió dels elements ($W/m^2 \cdot K$). Font: CTE 2013, DB HE – 1, Apèndice E Tabla E.1.

Transmissió del elemento [$W/m^2 \cdot K$]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_w	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_w : Transmissió tèrmica de murs de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_s : Transmissió tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_c : Transmissió tèrmica de cubiertas

3. Comparativa entre el CTE 2006 i el CTE 2013

El CTE 2013 suposa un gran canvi en els criteris de disseny per el compliment de l'estalvi d'energia en edificis. El CTE 2013 és molt més restrictiu en aquest apartat i per tant no es pot continuar projectant edificis de la mateixa manera que es feia amb l'anterior normativa. A més, el gener del 2016 entra en vigor la normativa per la qual s'estableix que HULC és l'única eina permesa per a l'obtenció de la qualificació energètica i, en conseqüència, l'única eina permesa per a verificar el compliment del HE-1, limitació de la demanda energètica.

Es per aquest motiu que es necessari establir una relació entre el CTE 2006 i el CTE 2013 que permeti obtenir valors orientatius alhora de projectar edificis que compleixin amb els criteris de l'HE-1.

El compliment de la limitació de la demanda energètica del CTE 2013 passa per obtenir valors de transmitància propers als definits en l'apartat 2.3 d'aquest document. Evidentment, l'obtenció d'aquests valors està directament lligada amb el gruix de aïllament. La forma d'obtenir els valors definits en l'Apèndix E del DB HE-1 del CTE 2013 passa per incrementar els gruixos i/o qualitats dels aïllaments tèrmics en els diferents tancaments de l'envolupant tèrmica.

En la taula següent s'estableix una comparativa aproximada entre els gruixos d'aïllament de les dos versions del CTE.

Taula 6. Requeriments de gruixos d'aïllaments (en cm) entre el CTE 2006 i el CTE 2013 per a l'envolupant tèrmica. Font: Saltoki.

Zona Climàtica	Cubiertas		Fachadas		Suelos	
	2006	2013	2006	2013	2006	2013
A	6	6	2	6	5	6
B	6	9	3	8	5	7
C	7	14	3	11	5	9
D	8	15	4	12	5	10
E	9	17	5	13	6	11

En tot cas, aquests valors són orientatius i no d'obligat compliment però estableixen un criteri útil alhora de projectar les diferents solucions constructives. Per verificar-ho,

s'introdueix una façana tipus en HULC i es comparen els valors de les transmissibilitats tèrmiques a mesura que s'incrementa el gruix de l'aïllament amb els valors de transmissibilitat tèrmica definits en el CTE 2013.

Taula 7. Façana tipus definida (materials ordenats d'exterior a interior). Font: Propia.

Façana tipus definida	
Material	Guix (cm)
Morter	1
Maó calat 80<g<100 mm	13
Cambra d'aire no ventilada	10
Llana de roca $\lambda=0,04 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	Variable
PYL	1,5

Taula 8. Comparativa entre el compliment de la transmissibilitat tèrmica i els valors orientatius de compliment de la limitació de la demanda energètica segons el CTE 2013. En verd, gruixos d'aïllament que permeten tenir una transmissibilitat tèrmica de la façana tipus menor als valors establerts. En vermell, els gruixos que no compleixen. Font: HULC.

Façana tipus		Transmissibilitat tèrmica màxima segons CTE 2013 (W/m ² ·K). Aplicació taula 2.3					
Gruix (cm)	U (W/m ² ·K)	α	A	B	C	D	E
2	0,75	1,35	1,25	1	0,75	0,6	0,55
3	0,6	1,35	1,25	1	0,75	0,6	0,55
4	0,5	1,35	1,25	1	0,75	0,6	0,55
5	0,43	1,35	1,25	1	0,75	0,6	0,55
6	0,38	1,35	1,25	1	0,75	0,6	0,55
8	0,31	1,35	1,25	1	0,75	0,6	0,55
10	0,26	1,35	1,25	1	0,75	0,6	0,55
12	0,22	1,35	1,25	1	0,75	0,6	0,55
14	0,19	1,35	1,25	1	0,75	0,6	0,55

De la taula superior es conclou que, per exemple, en les zones climàtiques C i D, que

Façana tipus		Transmissibilitat tèrmica orientativa per el compliment de la limitació de la demanda segons CTE 2013 (W/m ² ·K)					
Gruix (cm)	U (W/m ² ·K)	α	A	B	C	D	E
2	0,75	0,94	0,5	0,38	0,29	0,27	0,25
3	0,60	0,94	0,5	0,38	0,29	0,27	0,25
4	0,50	0,94	0,5	0,38	0,29	0,27	0,25
5	0,43	0,94	0,5	0,38	0,29	0,27	0,25
6	0,38	0,94	0,5	0,38	0,29	0,27	0,25
8	0,31	0,94	0,5	0,38	0,29	0,27	0,25
10	0,26	0,94	0,5	0,38	0,29	0,27	0,25
12	0,22	0,94	0,5	0,38	0,29	0,27	0,25
14	0,19	0,94	0,5	0,38	0,29	0,27	0,25

són les que corresponen a la major part del territori català, la forquilla de gruixos

d'aïllaments per a complir amb els valors orientatius de l'Apèndix E de l'HE-1 en façana és d'entre 8 – 10 cm. Cal remarcar que aquest criteri es diferent en funció de la solució constructiva que s'adopti però es útil per a tenir-lo com a referència alhora de dissenyar edificis d'ús residencial privat.

També es posa de manifest en aquesta taula que els valors de transmitància màxims són molt poc restrictius i per tant no es poden utilitzar per al disseny de l'envolupant tèrmica.

4. Conclusions

Els canvis en la normativa i en l'eina per calcular la limitació de la demanda energètica suposa que els criteris alhora de projectar un edifici d'ús residencial privat s'hagin d'actualitzar. La entrada del nou CTE el setembre de 2013 i l'ús obligatori de HULC a partir del gener de 2016 fan:

- Que no sigui possible comparar criteris de disseny entre edificis de diferents projectats abans i després de l'actualització del CTE en el 2013.
- Cal tenir en compte els valors de l'Apèndix E del DB HE-1 per a complir amb la limitació de la demanda marcada pel CTE 2013 i no els de la taula 2.3 Transmissió tèrmica màxima i permeabilitat dels elements de l'envolupant tèrmica.
- Cal assumir que els gruixos dels aïllaments tèrmics s'incrementen i això influirà en els gruixos dels tancaments. És a dir els gruixos dels murs en molts casos hauran de superar els 30cm, tant comuns en el parc edificatori actual.
- Cal posar atenció en l'aïllament en els forjats, especialment els que separen diferents usos.
- Tots els valors de gruixos d'aïllament que apareixen en aquest document són orientatius i el seu gruix definitiu dependrà d'altres factors que també influeixen en la demanda de calefacció i/o refrigeració d'un edifici com ara: l'orientació de les obertures, la compactitat de l'edifici,...

Barcelona, 7 d'Abril de 2017

Sergi Pérez

Arquitecte i arquitecte tècnic
Mecànic

Director de Projectes del Departament de

Sostenibilitat Energètica de DEKRA

José Riego

Enginyer