

**ANEXOS**

# ÍNDICE

<b>1. ANEXO 1: PARÁMETROS DE ENTRADA AL SOFTWARE.....</b>	<b>1</b>
1.1 Cerramientos de la envolvente térmica.....	1
1.1.1 Valores límite de transmitancia impuestos por normativa.....	1
1.1.2 Soluciones constructivas .....	2
1.1.3 Valores de transmitancia.....	6
1.2 Permeabilidad al aire de la envolvente térmica .....	7
1.2.1 Permeabilidad de los huecos .....	7
1.2.2 Relación del cambio de aire .....	7
1.3 Ventilación mecánica .....	8
1.4 Puentes térmicos.....	10
1.5 Demanda ACS.....	12
1.6 Cargas Internas.....	13
1.7 Rendimiento estacional de los equipos de calefacción y refrigeración .....	14
1.7.1 Caldera de gas natural.....	14
1.7.2 Equipos autónomos de expansión directa .....	16
<b>2. ANEXO 2: RESULTADOS ESTUDIO ENERGÉTICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Vivienda unifamiliar .....	17
2.1.1 Demanda de calefacción y refrigeración.....	17
2.1.2 Demanda de calefacción y refrigeración por superficie útil .....	20
2.1.3 Consumo de energía final para calefacción y refrigeración .....	23
2.1.4 Discomfort térmico .....	26
2.2 Bloque de viviendas de 3 plantas.....	29
2.2.1 Demanda de calefacción y refrigeración.....	29
2.2.2 Demanda de calefacción y refrigeración por superficie útil .....	32
2.2.3 Consumo de energía final para calefacción y refrigeración .....	35
2.2.4 Discomfort térmico .....	38
2.3 Bloque de viviendas de más de 3 plantas .....	41
2.3.1 Demanda de calefacción y refrigeración.....	41
2.3.2 Demanda de calefacción y refrigeración por superficie útil .....	44
2.3.3 Consumo de energía final para calefacción y refrigeración .....	47
2.3.4 Discomfort térmico .....	50
<b>3. ANEXO 3: RESULTADOS ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>	<b>53</b>
3.1 Vivienda unifamiliar .....	53

3.1.1	Ahorro económico.....	53
3.1.2	Inversión y PayBack.....	53
3.1.3	Coste óptimo PCM.....	54
3.2	Bloque de viviendas de 3 plantas.....	54
3.2.1	Ahorro económico.....	54
3.2.2	Inversión y Payback.....	55
3.2.3	Coste óptimo PCM.....	55
<b>4.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>56</b>



## 1. ANEXO 1: PARÁMETROS DE ENTRADA AL SOFTWARE

En el Apartado 4 del documento *Memoria*, se indican los parámetros geométricos a partir de los cuales se conforman los distintos modelos en el software DesignBuilder. Sin embargo, para terminar de definir estos modelos es necesario determinar el resto de los parámetros de entrada al software que se muestran a continuación.

### 1.1 Cerramientos de la envolvente térmica

#### 1.1.1 Valores límite de transmitancia impuestos por normativa

En el presente apartado se indican los valores máximos de transmitancia impuestos por cada normativa según el periodo de construcción en función de la zona climática.

- NBE-CT-1979: Periodo de construcción 1981-2007

ZONA CLIMÁTICA		A4	B3	C2	D3	E1
CERRAMIENTOS EXTERIORES	Cubiertas	1,4	1,4	1,2	0,9	0,7
	Fachadas ligeras (<200 kg/m <sup>2</sup> )	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	Fachadas pesadas (>200 kg/m <sup>2</sup> )	1,8	1,8	1,6	1,4	1,4
	Forjados sobre espacio abierto	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
CERRAMIENTOS CON LOCALES NO CALEFACTADOS	Paredes	2,0	2,0	1,8	1,6	1,6
	Suelos o techos	-	-	1,4	1,2	1,2

Tabla 1. Valores de transmitancia de los cerramientos según NBE-CT-1979 en W/m<sup>2</sup>K [1].

Tipo de acristalamiento	Tipo de carpintería	Inclinación del hueco con respecto a la horizontal	
		≥60º	<60º
Sencillo	Madera	5,0	5,5
	Metálica	5,8	6,5

Tabla 2. Valores de transmitancia de los huecos según NBE-CT-1979 en W/m<sup>2</sup>K [1].

- CTE DB-HE 2006: Periodo de construcción 2008-2019

Cerramientos y particiones interiores	Zona climática invierno				
	A	B	C	D	E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,23	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianeras	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

Tabla 3. Valores de transmitancia de los cerramientos y huecos según CTE DB-HE 2006 en W/m<sup>2</sup>K [2].

- CTE DB-HE 2019: Periodo de construcción 2020-Act

Elemento	Zona climática invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior ( $U_s$ , $U_M$ )	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior ( $U_c$ )	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno ( $U_T$ ) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica ( $U_{MD}$ )	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) ( $U_H$ )	3,2	2,7	2,1	1,8	1,8	3,10
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7					

Tabla 4. Valores de transmitancia de los cerramientos y huecos según CTE DB-HE 2019 en  $W/m^2K$  [3].

Entre unidades del mismo uso	Tipo de elemento	Zona climática invierno					
		$\alpha$	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

Tabla 5. Valores de transmitancia de las particiones interiores según CTE DB-HE 2019 en  $W/m^2K$  [3].

### 1.1.2 Soluciones constructivas

A continuación, se describen las soluciones constructivas que componen los distintos cerramientos [4] y huecos de las tres tipologías de edificios considerados.

Muro exterior (de fuera hacia dentro)				
Material	Espesor (m)	Conductividad ( $W/m K$ )	Densidad ( $kg/m^3$ )	Calor específico ( $J/kgK$ )
½ pie LP métrico o catalán 40mm<G<60mm	0,115	0,667	1140	1000
EPS Poliestireno Expandido	VARIABLE	0,037	30	1000
Tabique de LH sencillo 40mm<E<60mm	0,04	0,445	1000	1000
Enlucido de yeso 1000<d<130	0,02	0,57	1150	1000

Cubierta (de arriba abajo)				
Material	Espesor (m)	Conductividad (W/m K)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	2000	800
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	0,02	1,8	2100	1000
Tabique de LH sencillo Gran Formato 40mm<E<60mm	0,04	0,228	670	1000
EPS Poliestireno Expandido	VARIABLE	0,037	30	1000
Hormigón armado 2300<d<2500	0,15	2,3	2400	1000
Enlucido de yeso 1000<d<130	0,02	0,57	1150	1000

Forjado interior (de arriba abajo)				
Material	Espesor (m)	Conductividad (W/m K)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	2000	800
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	0,02	1,8	2100	1000
EPS Poliestireno Expandido	VARIABLE	0,037	30	1000
FU entrevigado cerámico – canto 250mm	0,25	0,908	1220	1000
Enlucido de yeso 1000<d<130	0,02	0,57	1150	1000

Solera en contacto con terreno (de arriba abajo)				
Material	Espesor (m)	Conductividad (W/m K)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	2000	800
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	0,02	1,8	2100	1000
EPS Poliestireno Expandido	VARIABLE	0,037	30	1000
Hormigón armado 2300<d<2500	0,2	2,3	2400	1000

Medianeras (de fuera hacia dentro)				
Material	Espesor (m)	Conductividad (W/m K)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)
½ pie LP métrico o catalán 40mm<G<60mm	0,115	0,667	1140	1000
EPS Poliestireno Expandido	VARIABLE	0,037	30	1000
Tabique de LH sencillo 40mm<E<60mm	0,04	0,445	1000	1000
Enlucido de yeso 1000<d<130	0,02	0,57	1150	1000

Forjado interior entre zonas con distinto uso (de arriba a abajo)				
Material	Espesor (m)	Conductividad (W/m K)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	2000	800
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	0,02	1,8	2100	1000
EPS Poliestireno Expandido	VARIABLE	0,037	30	1000
FU entrevigado cerámico – canto 250mm	0,25	0,908	1220	1000
Enlucido de yeso 1000<d<130	0,02	0,57	1150	1000

Tabiquería interior entre zonas con distinto uso (de fuera hacia dentro)				
Material	Espesor (m)	Conductividad (W/m K)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)
½ pie LP métrico o catalán 40mm<G<60mm	0,115	0,667	1140	1000
EPS Poliestireno Expandido	VARIABLE	0,037	30	1000
Tabique de LH sencillo 40mm<E<60mm	0,04	0,445	1000	1000
Enlucido de yeso 1000<d<130	0,02	0,57	1150	1000

Los huecos se han introducido en el software mediante el método básico, en el que es necesario indicar la transmitancia térmica del hueco [U] y el factor solar del vidrio [g]. Dicha transmitancia térmica coincide con el valor límite establecido por la normativa para cada clima y, el factor solar del vidrio se ha obtenido del Documento de Apoyo DA DB-HE 1, del Código Técnico de la Edificación [5]. En la siguiente tabla, se indican las soluciones de hueco consideradas junto al valor de estos dos parámetros para cada periodo en función de la zona climática. La transmitancia térmica del hueco se indica en W/m<sup>2</sup>K, y el factor solar en tanto por uno.

<b>NBE-CT-1979</b>	<b>Solución constructiva</b>	Zona climática invierno				
		A	B	C	D	E
	Periodo de construcción 1981-2007	U	5,8			
	Vidrio sencillo Marco metálico		0,77			

<u>CTE DB-HE 2006</u>	Solución constructiva	Zona climática invierno					
		A	B	C	D	E	
	Periodo de construcción 2008-2019	Vidrio doble Marco metálico con RPT	U	5,7	5,70	4,40	3,50
		g	0,68				

<u>CTE DB-HE 2019</u>	Solución constructiva	Zona climática invierno					
		A	B	C	D	E	
	Periodo de construcción 2020-Act	Vidrio doble bajo emisivo Marco PVC	U	2,7	2,3	2,1	1,8
	g		0,60				



El espesor del aislamiento térmico (EPS) que se muestra en las tablas de descripción de los cerramientos como “variable”, toma los valores que se indican en la Tabla 6, en función de la zona climática y el estándar normativo. Los valores indicados están expresados en cm.

Elemento constructivo	Zona climática invierno	NBE-CT-1979 Periodo de construcción 1981-2007	CTE DB-HE 2006 Periodo de construcción 2008-2019	CTE DB-HE 2019 Periodo de construcción 2020-Act
<b>Muro exterior</b>	<b>A</b>	0,5	2	4
	<b>B</b>	0,5	2	5
	<b>C</b>	1	2,5	6
	<b>D</b>	1	3	7,5
	<b>E</b>	1	3,5	8,5
<b>Cubierta</b>	<b>A</b>	1	4,5	6
	<b>B</b>	1	5	7
	<b>C</b>	2	5,5	8
	<b>D</b>	2,5	6	9
	<b>E</b>	4	6,5	10
<b>Solera en contacto con terreno</b>	<b>A</b>	1	4,5	3,5
	<b>B</b>	1	4,5	4
	<b>C</b>	1,5	4,5	4,5
	<b>D</b>	2	5	4,5
	<b>E</b>	2	5	5,5
<b>Forjado Interior</b>	<b>A</b>	0	0,5	0
	<b>B</b>	0	0,5	0,5
	<b>C</b>	0	0,5	0,5
	<b>D</b>	0	0,5	1
	<b>E</b>	0	0,5	1,5
<b>Medianeras</b>	<b>A</b>	1	1	3
	<b>B</b>	1	1,5	3
	<b>C</b>	1	2	3,5
	<b>D</b>	1	2	4,5
	<b>E</b>	1	2	5
<b>Tabiquería interior entre zonas con distinto uso</b>	<b>A</b>	0,5	1,5	3
	<b>B</b>	0,5	2	3,5
	<b>C</b>	0,5	2,5	4
	<b>D</b>	1	3	4
	<b>E</b>	1	3,5	5
<b>Forjado interior entre zonas con distinto uso</b>	<b>A</b>	0,5	1,5	3
	<b>B</b>	0,5	2	3,5
	<b>C</b>	1	2,5	3,5
	<b>D</b>	1,5	2,5	4
	<b>E</b>	1,5	3,5	4,5

Tabla 6. Valores de espesor del aislamiento térmico en los cerramientos, en cm.

### 1.1.3 Valores de transmitancia

En la Tabla 7 se indica la transmitancia que se obtiene finalmente para cada cerramiento con la composición descrita previamente. Como se puede comprobar, dichas transmitancias cumplen con los valores límites establecidos por la normativa. Los datos mostrados se representan en  $W/m^2K$ .

Elemento constructivo	Zona climática invierno	NBE-CT-1979 Periodo de construcción 1981-2007	CTE DB-HE 2006 Periodo de construcción 2008-2019	CTE DB-HE 2019 Periodo de construcción 2020-Act
Muro exterior	A	1,66	0,991	0,646
	B	1,66	0,991	0,55
	C	1,356	0,875	0,479
	D	1,356	0,782	0,401
	E	1,356	0,708	0,362
Cubierta	A	1,391	0,601	0,483
	B	1,391	0,556	0,428
	C	1,173	0,517	0,383
	D	0,891	0,483	0,347
	E	0,654	0,454	0,318
Solera en contacto con terreno	A	1,671	0,648	0,785
	B	1,671	0,648	0,71
	C	1,363	0,648	0,648
	D	1,151	0,595	0,648
	E	1,151	0,595	0,551
Forjado Interior	A	1,635	1,339	1,635
	B	1,635	1,339	1,339
	C	1,635	1,339	1,339
	D	1,635	1,339	1,13
	E	1,635	1,339	0,983
Medianeras	A	1,20	1,208	0,731
	B	1,20	1,039	0,731
	C	1,20	0,911	0,665
	D	1,20	0,911	0,613
	E	1,20	0,911	0,564
Tabiquería interior entre zonas con distinto uso	A	1,66	1,146	0,782
	B	1,66	0,992	0,708
	C	1,66	0,875	0,646
	D	1,356	0,782	0,646
	E	1,356	0,708	0,55
Forjado interior entre zonas con distinto uso	A	1,546	1,091	0,756
	B	1,546	0,951	0,686
	C	1,279	0,842	0,686
	D	1,091	0,842	0,628
	E	1,091	0,686	0,579

Tabla 7. Valores de transmitancia térmica de los cerramientos, en  $W/m^2K$ .

## 1.2 Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

La permeabilidad al aire de la envolvente de un edificio, tal como se define en el Código Técnico de la Edificación, es la capacidad de paso del aire a través de una superficie debido a la diferencia de presiones entre sus caras, medida en  $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ .

Hasta la última actualización del Código Técnico, se exigía un valor límite solo para la permeabilidad de los huecos, sin embargo, el CTE DB-HE 2019 también introduce un valor límite para la permeabilidad del edificio en su conjunto [4].

### 1.2.1 Permeabilidad de los huecos

En la Tabla 8 se muestran los valores límite de cada normativa para la permeabilidad de los huecos, expresada para una presión diferencial de 100 Pa. Dichos valores se toman como referencia para el cálculo de las infiltraciones del edificio en su conjunto.

	Zona climática invierno				
	A	B	C	D	E
<b><u>NBE-CT-1979</u></b> <b>Periodo de construcción 1981-2007</b>	50	50	27	27	27
<b><u>CTE DB-HE 2006</u></b> <b>Periodo de construcción 2008-2019</b>	50	50	27	27	27
<b><u>CTE DB-HE 2019</u></b> <b>Periodo de construcción 2020-Act</b>	$\leq 27$	$\leq 27$	$\leq 9$	$\leq 9$	$\leq 9$

Tabla 8. Permeabilidad al aire de los huecos según normativa, en  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  [1]-[3].

### 1.2.2 Relación del cambio de aire

La relación del cambio de aire ( $n_{50}$ ) es un parámetro que, como ya se ha indicado, se introduce con el CTE DB-HE 2019, por lo que no aparecen limitaciones en la normativa precedente.

El valor de la relación del cambio de aire considerando una presión diferencial de 50 Pa puede calcularse a partir de la siguiente expresión [3]:

$$n_{50} = 0,625 \cdot (C_0 \cdot A_0 + C_h \cdot A_h) / V$$

Donde:

$V$  = volumen interno de la envolvente térmica, en  $\text{m}^3$ .

$C_0$  = coeficiente de caudal de aire de la parte opaca de la envolvente térmica expresado para 100 Pa, en  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ , obtenido de la tabla a-Anejo H, CTE DB-HE 2019.

$A_0$  = superficie de la parte opaca de la envolvente térmica, en  $\text{m}^2$ . Según la Guía de Aplicación CTE DB-HE 2019 [6], se tienen en cuenta únicamente las superficies opacas de la envolvente que estén en contacto con el aire exterior (es decir, se excluyen los elementos en contacto con el terreno y las medianeras).

$C_h$  = permeabilidad de los huecos de la envolvente térmica, expresada para 100 Pa, en  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ .

$A_h$  = superficie de los huecos de la envolvente térmica, en m<sup>2</sup>.

Los valores calculados para cada caso de estudio se presentan en la Tabla 9. Aunque dicho parámetro solo resulta de aplicación a los edificios construidos durante el periodo 2020-Act, se calcula del mismo modo para el resto de los casos. De esta forma, se puede observar cómo esta permeabilidad del edificio en su conjunto disminuye según evoluciona la normativa. Los datos mostrados se representan en ren/h.

		Zona climática invierno				
		A	B	C	D	E
Vivienda unifamiliar	<b><u>NBE-CT-1979</u></b> Periodo de construcción 1981-2007	11,45		10,70		
	<b><u>CTE DB-HE 2006</u></b> Periodo de construcción 2008-2019	6,92		6,17		
	<b><u>CTE DB-HE 2019</u></b> Periodo de construcción 2020-Act	6,17		5,59		
Bloque de viviendas de 3 pisos	<b><u>NBE-CT-1979</u></b> Periodo de construcción 1981-2007	8,33		8,12		
	<b><u>CTE DB-HE 2006</u></b> Periodo de construcción 2008-2019	5,41		4,78		
	<b><u>CTE DB-HE 2019</u></b> Periodo de construcción 2020-Act	4,78		4,28		
Bloque de viviendas de más de 3 pisos	<b><u>NBE-CT-1979</u></b> Periodo de construcción 1981-2007	5,82		5,17		
	<b><u>CTE DB-HE 2006</u></b> Periodo de construcción 2008-2019	4,09		3,39		
	<b><u>CTE DB-HE 2019</u></b> Periodo de construcción 2020-Act	3,33		2,83		

Tabla 9. Valores de relación cambio de aire n50, en ren/h

### 1.3 Ventilación mecánica

Además de las infiltraciones incontroladas calculadas en el apartado anterior, otro parámetro de entrada al software que influye en la demanda energética del edificio es la renovación controlada del aire debida a la ventilación de los espacios.

El caudal mínimo de ventilación exigido en cada normativa se define en el Documento Básico HS Salubridad, en la Sección HS 3: Calidad del aire interior [7], [8]. Anteriormente a la entrada en vigor del CTE, no existía dicha exigencia. Por ello, en el caso del periodo de construcción 1981-2007, se aplican los valores del CTE-DB-HS 2006. Para el resto de los periodos de construcción considerados, se toman los valores mínimos de ventilación establecidos en el CTE-DB-HS 2017 que coinciden con los del CTE-DB-HS 2019.

En la simulación de todos los casos de estudio se considera ventilación nocturna en verano (junio a septiembre) de 4 ren/h.

Para obtener los valores del caudal mínimo exigido de ventilación en cada una de las tipologías, previamente es necesario definir el número de espacios que integran.

<b>Vivienda unifamiliar</b>	<b>Bloque de viviendas de 3 plantas</b>	<b>Bloque de viviendas de más de 3 plantas</b>
4 Dormitorios 1 Salón 1 Cocina (3m x 3m) 1 Aseo 1 Baño	3 Dormitorios 1 Baño 1 Cocina (3m x 2,5m) 1 Salón	3 Dormitorios 1 Baño 1 Cocina (3m x 2,5m) 1 Salón

En la Tabla 10 se muestran los valores mínimos exigidos de caudales de ventilación mecánica según la normativa para cada una de las tipologías

		<b>Qextracción por vivienda [l/s]</b>	<b>Qimpulsión por vivienda* [l/s]</b>	<b>Qventilación TOTAL [ren/h]</b>
<b>Vivienda unifamiliar</b>	<b><u>NBE-CT-1979</u></b> <b>Periodo de construcción 1981-2007</b>	40	54,25	0,58
	<b><u>CTE DB-HE 2006</u></b> <b>Periodo de construcción 2008-2019</b>	30	30,25	0,304
	<b><u>CTE DB-HE 2019</u></b> <b>Periodo de construcción 2020-Act</b>			
<b>Bloque de viviendas de 3 plantas</b>	<b><u>NBE-CT-1979</u></b> <b>Periodo de construcción 1981-2007</b>	32	36,25	0,567
	<b><u>CTE DB-HE 2006</u></b> <b>Periodo de construcción 2008-2019</b>	26	22,5	0,322
	<b><u>CTE DB-HE 2019</u></b> <b>Periodo de construcción 2020-Act</b>			
<b>Bloque de viviendas de más de 3 plantas</b>	<b><u>NBE-CT-1979</u></b> <b>Periodo de construcción 1981-2007</b>	32	36,25	0,538
	<b><u>CTE DB-HE 2006</u></b> <b>Periodo de construcción 2008-2019</b>	26	22,25	0,323
	<b><u>CTE DB-HE 2019</u></b> <b>Periodo de construcción 2020-Act</b>			

Tabla 10. Valores mínimos exigidos de caudales de ventilación mecánica según la normativa para cada una de las tipologías.

\*Para el cálculo del Qimpulsión por vivienda, se considera que la campana extractora funciona aproximadamente 3h/día. De este modo, el valor del promedio diario en cada vivienda es de 6,2 l/s.

## 1.4 Puentes térmicos

Los puentes térmicos en la envolvente del edificio se producen cuando desaparece la continuidad del cerramiento, debido al cambio en su espesor o en los materiales de las capas que lo componen. Es decir, se producen en los encuentros entre los diferentes elementos constructivos que forman la envolvente térmica.

Los puentes térmicos no poseen un valor límite como tal en las diferentes normativas, ya que dependen de la composición de los elementos que los constituyen y de la longitud del encuentro entre los mismos, sin embargo, tienen un peso significativo en la transmitancia global del edificio y, por tanto, en su demanda energética [4].

Los valores de los distintos puentes térmicos introducidos en DesignBuilder se obtienen según el Documento de Apoyo DA DB-HE 3 Puentes térmicos, del Código Técnico de la Edificación [9]. El software calcula la longitud de los puentes térmicos en base a las dimensiones externas, por lo que se deben introducir los valores de  $\Psi_e$  que aparecen en el citado documento de apoyo. Con el fin de obtener unos valores realistas a los casos de estudio, se extrapola o interpola, según sea necesario, sobre los datos indicados en el documento de apoyo. A continuación, se muestran los valores obtenidos para cada junta de los diferentes elementos constructivos del edificio según el periodo de construcción y el clima.

Frente de forjado			
Sin continuidad de aislamiento	<u>NBE-CT-1979</u>  Periodo de construcción 1981- 2007	$\Psi_e$ [W/mK]	
		A	-0,01
		B	-0,01
		C	0,02
		D	0,02
		E	0,02
Con continuidad de aislamiento	<u>CTE DB-HE 2006</u>  Periodo de construcción 2008- 2019	A	0,032
		B	0,032
		C	0,025
		D	0,023
		E	0,02
	<u>CTE DB-HE 2019</u>  Periodo de construcción 2020- Act	A	0,017
		B	0,013
		C	0,011
		D	0,007
		E	0,004

Cubierta plana			
Sin continuidad de aislamiento	<u>NBE-CT-1979</u>  Periodo de construcción 1981-2007	$\Psi_e$ [W/mK]	
		A	-0,5
		B	-0,5
		C	0,02
		D	0,02
		E	0,02
Con continuidad de aislamiento	<u>CTE DB-HE 2006</u>  Periodo de construcción 2008-2019	A	-0,025
		B	-0,025
		C	0,023
		D	0,025
		E	0,04
	<u>CTE DB-HE 2019</u>  Periodo de construcción 2020-Act	A	0,038
		B	0,052
		C	0,06
		D	0,06
		E	0,06

Esquinas salientes			
Sin continuidad de aislamiento	<u>NBE-CT-1979</u>  Periodo de construcción 1981-2007	$\Psi_e$ [W/mK]	
		A	-0,6
		B	-0,6
		C	-0,5
		D	-0,5
		E	-0,5
Con continuidad de aislamiento	<u>CTE DB-HE 2006</u>  Periodo de construcción 2008-2019	A	-0,35
		B	-0,35
		C	-0,3
		D	-0,28
		E	-0,24
	<u>CTE DB-HE 2019</u>  Periodo de construcción 2020-Act	A	-0,22
		B	-0,18
		C	-0,15
		D	-0,13
		E	-0,12

Alfeizar			
Sin continuidad de aislamiento	<u>NBE-CT-1979</u>  Periodo de construcción 1981-2007	$\Psi_e$ [W/mK]	
		A	0,11
		B	0,11
		C	0,13
		D	0,13
		E	0,13
Con continuidad de aislamiento	<u>CTE DB-HE 2006</u>  Periodo de construcción 2008-2019	A	0,135
		B	0,135
		C	0,125
		D	0,123
		E	0,12
	<u>CTE DB-HE 2019</u>  Periodo de construcción 2020-Act	A	0,09
		B	0,09
		C	0,09
		D	0,087
		E	0,084

Dinteles			
Sin continuidad de aislamiento	<u>NBE-CT-1979</u>  Periodo de construcción 1981-2007	$\Psi_e$ [W/mK]	
		A	0,4
		B	0,4
		C	0,45
		D	0,45
		E	0,45
Con continuidad de aislamiento	<u>CTE DB-HE 2006</u>  Periodo de construcción 2008-2019	A	0,15
		B	0,15
		C	0,125
		D	0,123
		E	0,11
	<u>CTE DB-HE 2019</u>  Periodo de construcción 2020-Act	A	0,119
		B	0,114
		C	0,11
		D	0,104
		E	0,098

Jambas			
Sin continuidad de aislamiento	NBE-CT-1979 Periodo de construcción 1981-2007	$\Psi_e$ [W/mK]	
		A	0,42
		B	0,42
		C	0,45
		D	0,45
		E	0,45
Con continuidad de aislamiento	CTE DB-HE 2006 Periodo de construcción 2008-2019	A	0,17
		B	0,17
		C	0,15
		D	0,14
		E	0,12
	CTE DB-HE 2019 Periodo de construcción 2020-Act	A	0,041
		B	0,031
		C	0,024
		D	0,017
		E	0,014

Solera en contacto con terreno			
Sin continuidad de aislamiento	NBE-CT-1979 Periodo de construcción 1981-2007	$\Psi_e$ [W/mK]	
		A	-0,13
		B	-0,13
		C	-0,05
		D	-0,05
		E	-0,05
Con continuidad de aislamiento	CTE DB-HE 2006 Periodo de construcción 2008-2019	A	-0,06
		B	-0,06
		C	-0,055
		D	-0,05
		E	-0,04
	CTE DB-HE 2019 Periodo de construcción 2020-Act	A	-0,03
		B	-0,017
		C	0,00
		D	0,009
		E	0,018

### 1.5 Demanda ACS

En el Anejo F del DB-HE, del Código Técnico de la Edificación [3] se proporcionan valores medios de consumo de ACS (litros/día-persona) para diversos consumidores definidos a una temperatura de referencia de 60 °C, que es la temperatura de consumo que se va a considerar en la simulación de los casos de estudio. Si en los casos de estudio establecidos el consumo se produjese a otra temperatura, sería necesario modificar el valor de la demanda térmica obtenida para la temperatura de referencia aplicando un balance energético.

En el uso residencial privado, el cálculo del número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando los valores establecidos por la normativa que relacionan el número de dormitorios de la vivienda con el número de personas a considerar. Además, en edificios multivivienda, se deberá considerar el factor de centralización correspondiente al número de viviendas del bloque de edificios.

Atendiendo a lo comentado, la demanda de ACS para la temperatura de referencia de 60°C en cada edificio resulta:

Vivienda unifamiliar:

$$28 \text{ l/persona} \cdot 5 \text{ personas/vivienda} \cdot 1 \text{ vivienda} = 140 \text{ l/día}$$

Bloque de viviendas de 3 plantas:

$$28 \text{ l/persona} \cdot 4 \text{ personas/vivienda} \cdot 6 \text{ viviendas} \cdot 0,95 = 638,4 \text{ l/día}$$

Bloque de viviendas de más de 3 plantas:

$$28 \text{ l/persona} \cdot 4 \text{ personas/vivienda} \cdot 12 \text{ viviendas} \cdot 0,90 = 1.209,6 \text{ l/día}$$



En el software DesignBuilder, esta demanda ha de introducirse en l/día m<sup>2</sup>, por lo que es necesario dividirlos por el área útil que caracteriza a los edificios en cada uno de los periodos de construcción. En la Tabla 11 se muestran los valores obtenidos.

Tipología	Periodo de construcción	DACS [l/día m <sup>2</sup> ]
Vivienda unifamiliar	1981-2007	1,081
	2008-2019	1,017
	2020-Act	
Bloque de viviendas de 3 pisos	1981-2007	1,123
	2008-2019	1,115
	2020-Act	
Bloque de viviendas de más de 3 pisos	1981-2007	1,083
	2008-2019	1,068
	2020-Act	

Tabla 11. Demanda de ACS en l/día m<sup>2</sup>.

## 1.6 Cargas Internas

En el Anejo D del DB-HE, del Código Técnico de la Edificación [3] se detalla el perfil de uso de espacios de uso residencial privado. Dicho perfil de uso define las cargas internas y el porcentaje de uso del ACS del edificio para una semana tipo. A continuación, en las Tabla 12 y Tabla 13 se muestran estos valores asociados al perfil de uso residencial que se definen en el Código Técnico de la Edificación y que han sido los considerados en las simulaciones.

Carga Interna (W/m <sup>2</sup> )		Horario (semana tipo)					
		0:00	7:00	15:00	18:00	19:00	23:00
		- 6:59	- 14:59	- 17:59	- 18:59	- 22:59	- 23:59
Ocupación (Sensible)	L	2,15	0,54	1,08	1,08	1,08	2,15
	S y F	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Ocupación (Latente)	L	1,36	0,34	0,68	0,68	0,68	1,36
	S y F	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Iluminación	L, S y F	0,44	1,32	1,32	2,2	4,4	2,2
Equipos	L, S y F	0,44	1,32	1,32	2,2	4,4	2,2

L: día laboral, S: sábado, F: domingo y festivo

Tabla 12. Cargas internas asociadas al perfil de uso de espacios en uso residencial privado [3].

Hora	%	Hora	%	Hora	%	Hora	%
0h	1	6h	3	12h	5	18h	5
1h	0	7h	10	13h	5	19h	7
2h	0	8h	7	14h	4	20h	6
3h	0	9h	7	15h	3	21h	6
4h	0	10h	6	16h	4	22h	5
5h	1	11h	6	17h	4	23h	5

El % se refiere al tanto por ciento respecto a la demanda diaria de ACS.

**Tabla 13. Porcentaje de uso de ACS asociado al perfil de uso de espacios en uso residencial privado [3].**

## 1.7 Rendimiento estacional de los equipos de calefacción y refrigeración

### 1.7.1 Caldera de gas natural

Para calcular el rendimiento estacional de las calderas en cada una de las distintas tipologías de estudio, se ha recurrido al manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X [10], siguiendo por tanto el procedimiento de la Norma UNE 15378 [11].

El rendimiento medio estacional de la caldera se calcula según la expresión:

$$\eta_{caldera} = \eta_{comb} - \left( \frac{1}{\beta_{comb}} - 1 \right) \cdot \alpha_{ch,off} - \frac{1}{\beta_{comb}} \cdot \alpha_{ge}$$

Donde,

$\eta_{caldera}$ , es el rendimiento estacional de la caldera (%).

$\eta_{comb}$ , es la eficiencia del proceso de combustión (%). Dicho parámetro puede ser obtenido realizando un análisis de combustión de la caldera. Ante la imposibilidad de la obtención práctica de este parámetro, se toma el valor teórico de 90%.

$\beta_{comb}$ , es el factor de carga medio de la caldera (%). Al igual que para el parámetro anterior, no se dispone de la información suficiente para su cálculo teórico. Por ello, tal y como se indica en el manual, se toma el valor por defecto del 20%.

$\alpha_{ch,off}$ , es el factor de pérdidas a través de la chimenea con el quemador apagado (%). Dicho factor se encuentra tabulado en la Norma UNE 15378:2019 según se indica en la Tabla 14. Para los casos de estudio se toma el valor de 0,4.

Descripción	$\alpha_{ch,off}$ [%]
Caldera que utiliza combustibles líquidos o gaseosos con ventilador antes de la cámara de combustión y con cierre automático de la entrada de aire con el quemador apagado.	0,2
Quemadores con premezclado.	0,2

Caldera mural, alimentada por gas con ventilador y salida de humos por pared.	0,4
Caldera que utiliza combustibles líquidos o gaseosos con ventilador antes de la cámara de combustión y sin cierre automático de la entrada de aire con el quemador apagado.  Altura de chimenea < 10m Altura de chimenea > 10m	1,0 1,2
Caldera atmosférica a gas.  Altura de chimenea < 10m Altura de chimenea > 10m	1,2 1,6

Tabla 14. Factor de pérdidas a través de la chimenea con el quemador apagado según Norma UNE 15378:2019 [4].

$\alpha_{ge}$ , es el factor de pérdidas a través de la envolvente de la caldera (%). Este factor depende de la potencia de la caldera y de dos parámetros que se encuentran tabulados en la Norma UNE 15378:2019 y que dependen del estado del aislamiento de la caldera, así como la antigüedad de la misma. El valor de este factor de pérdidas se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\alpha_{ge} = c_3 - c_4 \cdot \log\left(\frac{\phi_{comb}}{1000W}\right)$$

Donde,

$\phi_{comb}$ , es la potencia térmica nominal de la caldera (W). En la siguiente tabla se muestran las potencias de las calderas consideradas para cada una de las tipologías de estudio.

	$\phi_{comb}$ [W]
Vivienda unifamiliar	16.625
Bloque de viviendas de 3 pisos	68.750
Bloque de viviendas de más de 3 pisos	137.500

Tabla 15. Potencia térmica nominal de las calderas

$c_3$  y  $c_4$ , son los dos parámetros tabulados en la Norma UNE 15378:2019. En la Tabla 16 se indican dichos valores.

Estado de aislamiento y antigüedad de la caldera	$c_3$ [%]	$c_4$ [%]
Bien aislada, caldera nueva de alta eficiencia.	1,72	0,44
Bien aislada y mantenida.	3,45	0,88
Caldera antigua con aislamiento medio.	6,90	1,76
Caldera antigua con deficiente aislamiento.	8,36	2,2
Sin aislamiento.	10,35	2,64

Tabla 16. Parámetros  $c_3$  y  $c_4$  según Norma UNE 15378:2019 [4].

A partir de todos los parámetros indicados previamente, se obtienen los siguientes valores de rendimiento medio estacional para las calderas en cada tipología de edificio.

	$\eta_{caldera}$ [%]
<b>Vivienda unifamiliar</b>	64,64
<b>Bloque de viviendas de 3 pisos</b>	70,07
<b>Bloque de viviendas de más de 3 pisos</b>	72,72

Tabla 17. Rendimiento medio estacional de las calderas en cada tipología.

### 1.7.2 Equipos autónomos de expansión directa

Actualmente, todavía hay muchas viviendas que no disponen de equipos de refrigeración. Con el fin de conocer cuál sería el ahorro en su consumo en caso de que lo tuvieran, éste se calcula considerando que los equipos de refrigeración toman un rendimiento muy deficiente. El valor asignado para todos los casos es de 2,6 (rendimiento de los llamados equipos de sustitución según el Código Técnico de la Edificación).

## 2. ANEXO 2: RESULTADOS ESTUDIO ENERGÉTICO

### 2.1 Vivienda unifamiliar

#### 2.1.1 Demanda de calefacción y refrigeración

			<b>Demanda Calefacción [kWh/año]</b>	<b>Demanda Refrigeración (kWh/año)</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [%/año]</b>
<b>1981 - 2007</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	8.414,35	1.893,17	10.307,52	-	-
		<b>Caso PCM</b>	7.291,78	1.578,07	8.869,85	1.437,67	13,95
		<b>Caso EPS</b>	7.226,93	1.678,80	8.905,73	1.401,79	13,60
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	11.147,31	1.967,08	13.114,39	-	-
		<b>Caso PCM</b>	9.969,79	1.604,24	11.574,03	1.540,36	11,75
		<b>Caso EPS</b>	9.635,82	1.687,71	11.323,53	1.790,86	13,66
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	13.305,41	1.065,33	14.370,74	-	-
		<b>Caso PCM</b>	12.352,38	772,56	13.124,94	1.245,80	8,67
		<b>Caso EPS</b>	11.301,25	943,32	12.244,57	2.126,17	14,80
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	16.374,41	1.329,97	17.704,38	-	-
		<b>Caso PCM</b>	15.196,38	860,14	16.056,52	1.647,86	9,31
		<b>Caso EPS</b>	12.857,14	1.222,05	14.079,19	3.625,19	20,48
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	23.752,92	87,46	23.840,38	-	-
		<b>Caso PCM</b>	22.997,21	32,83	23.030,04	810,34	3,40
		<b>Caso EPS</b>	18.250,78	114,84	18.365,62	5.474,76	22,96

			<b>Demanda Calefacción [kWh/año]</b>	<b>Demanda Refrigeración (kWh/año)</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [%/año]</b>
<b>2008 - 2019</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	3.742,62	2.337,23	6.079,85	-	-
		<b>Caso PCM</b>	2.836,62	2.189,09	5.025,71	1.054,14	17,34
		<b>Caso EPS</b>	3.073,78	2.289,74	5.363,52	716,33	11,78
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	5.495,92	2.322,17	7.818,09	-	-
		<b>Caso PCM</b>	4.564,54	2.119,40	6.683,94	1.134,15	14,51
		<b>Caso EPS</b>	4.653,24	2.226,60	6.879,84	938,25	12,00
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	6.967,60	1.448,07	8.415,67	-	-
		<b>Caso PCM</b>	6.008,47	1.202,55	7.211,02	1.204,65	14,31
		<b>Caso EPS</b>	5.754,33	1.422,44	7.176,77	1.238,90	14,72
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	8.237,92	1.549,07	9.786,99	-	-
		<b>Caso PCM</b>	6.951,30	1.223,39	8.174,69	1.612,30	16,47
		<b>Caso EPS</b>	6.405,27	1.558,15	7.963,42	1.823,57	18,63
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	12.455,62	280,18	12.735,80	-	-
		<b>Caso PCM</b>	11.388,29	45,94	11.434,23	1.301,57	10,22
		<b>Caso EPS</b>	10.026,00	369,17	10.395,17	2.340,63	18,38

			<b>Demanda Calefacción [kWh/año]</b>	<b>Demanda Refrigeración (kWh/año)</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [%/año]</b>
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	2.631,09	1.815,56	4.446,65	-	-
		<b>Caso PCM</b>	2.000,76	1.724,58	3.725,34	721,31	16,22
		<b>Caso EPS</b>	2.281,42	1.784,23	4.065,65	381,00	8,57
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	3.740,99	1.755,92	5.496,91	-	-
		<b>Caso PCM</b>	2.963,19	1.638,54	4.601,73	895,18	16,29
		<b>Caso EPS</b>	3.397,13	1.715,06	5.112,19	384,72	7,00
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	4.901,48	1.160,60	6.062,08	-	-
		<b>Caso PCM</b>	3.878,49	1.028,26	4.906,75	1.155,33	19,06
		<b>Caso EPS</b>	4.400,05	1.146,24	5.546,29	515,79	8,51
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	5.864,15	1.325,26	7.189,41	-	-
		<b>Caso PCM</b>	4.541,82	1.105,70	5.647,52	1.541,89	21,45
		<b>Caso EPS</b>	5.165,65	1.318,96	6.484,61	704,80	9,80
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	9.093,64	315,55	9.409,19	-	-
		<b>Caso PCM</b>	7.631,38	103,52	7.734,90	1.674,29	17,79
		<b>Caso EPS</b>	8.185,70	346,76	8.532,46	876,73	9,32

### 2.1.2 Demanda de calefacción y refrigeración por superficie útil

			<b>Demanda Calefacción [kWh/m²año]</b>	<b>Demanda Refrigeración [kWh/m²año]</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/m²año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/m²año]</b>
<b>1981 - 2007</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	65,02	14,63	79,65	-
		<b>Caso PCM</b>	56,35	12,19	68,54	11,11
		<b>Caso EPS</b>	55,85	12,97	68,82	10,83
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	86,14	15,20	101,34	-
		<b>Caso PCM</b>	77,04	12,40	89,44	11,90
		<b>Caso EPS</b>	74,46	13,04	87,50	13,84
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	102,82	8,23	111,05	-
		<b>Caso PCM</b>	95,45	5,97	101,42	9,63
		<b>Caso EPS</b>	87,33	7,29	94,62	16,43
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	126,53	10,28	136,81	-
		<b>Caso PCM</b>	117,43	6,65	124,07	12,73
		<b>Caso EPS</b>	99,35	9,44	108,80	28,01
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	183,55	0,68	184,22	-
		<b>Caso PCM</b>	177,71	0,25	177,96	6,26
		<b>Caso EPS</b>	141,03	0,89	141,92	42,31



			<b>Demanda Calefacción [kWh/m²año]</b>	<b>Demanda Refrigeración [kWh/m²año]</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/m²año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/m²año]</b>
<b>2008 - 2019</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	27,20	16,98	44,18	-
		<b>Caso PCM</b>	20,61	15,91	36,52	7,66
		<b>Caso EPS</b>	22,34	16,64	38,98	5,21
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	39,94	16,88	56,81	-
		<b>Caso PCM</b>	33,17	15,40	48,57	8,24
		<b>Caso EPS</b>	33,81	16,18	50,00	6,82
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	50,63	10,52	61,16	-
		<b>Caso PCM</b>	43,66	8,74	52,40	8,75
		<b>Caso EPS</b>	41,82	10,34	52,15	9,00
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	59,86	11,26	71,12	-
		<b>Caso PCM</b>	50,51	8,89	59,40	11,72
		<b>Caso EPS</b>	46,55	11,32	57,87	13,25
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	90,51	2,04	92,55	-
		<b>Caso PCM</b>	82,76	0,33	83,09	9,46
		<b>Caso EPS</b>	72,86	2,68	75,54	17,01

			<b>Demanda Calefacción [kWh/m²año]</b>	<b>Demanda Refrigeración [kWh/m²año]</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/m²año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/m²año]</b>
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	19,12	13,19	32,31	-
		<b>Caso PCM</b>	14,54	12,53	27,07	5,24
		<b>Caso EPS</b>	16,58	12,97	29,54	2,77
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	27,19	12,76	39,95	-
		<b>Caso PCM</b>	21,53	11,91	33,44	6,51
		<b>Caso EPS</b>	24,69	12,46	37,15	2,80
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	35,62	8,43	44,05	-
		<b>Caso PCM</b>	28,18	7,47	35,66	8,40
		<b>Caso EPS</b>	31,97	8,33	40,30	3,75
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	42,61	9,63	52,24	-
		<b>Caso PCM</b>	33,01	8,04	41,04	11,20
		<b>Caso EPS</b>	37,54	9,58	47,12	5,12
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	66,08	2,29	68,38	-
		<b>Caso PCM</b>	55,46	0,75	56,21	12,17
		<b>Caso EPS</b>	59,48	2,52	62,00	6,37

### 2.1.3 Consumo de energía final para calefacción y refrigeración

			Consumo Calefacción [kWh/año]	Consumo Refrigeración (kWh/año)	TOTAL Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [%/año]
1981 - 2007	A4	Caso Base	13.017,25	728,14	13.745,39	-	-
		Caso PCM	11.280,60	606,95	11.887,55	1.857,84	13,52
		Caso EPS	11.180,28	645,69	11.825,97	1.919,42	13,96
	B3	Caso Base	17.245,22	756,57	18.001,79	-	-
		Caso PCM	15.423,56	617,02	16.040,58	1.961,21	10,89
		Caso EPS	14.906,90	649,12	15.556,02	2.445,77	13,59
	C2	Caso Base	20.583,86	409,74	20.993,61	-	-
		Caso PCM	19.109,50	297,14	19.406,64	1.586,97	7,56
		Caso EPS	17.483,37	362,82	17.846,18	3.147,42	14,99
	D3	Caso Base	25.331,70	511,53	25.843,23	-	-
		Caso PCM	23.509,25	330,82	23.840,07	2.003,15	7,75
		Caso EPS	19.890,38	470,02	20.360,40	5.482,83	21,22
	E1	Caso Base	36.746,47	33,64	36.780,11	-	-
		Caso PCM	35.577,37	12,63	35.589,99	1.190,12	3,24
		Caso EPS	28.234,50	44,17	28.278,67	8.501,44	23,11

			Consumo Calefacción [kWh/año]	Consumo Refrigeración (kWh/año)	TOTAL Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [%/año]
<b>2008 - 2019</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	5.789,94	898,93	6.688,88	-	-
		<b>Caso PCM</b>	4.388,34	841,96	5.230,29	1.458,59	21,81
		<b>Caso EPS</b>	4.755,23	880,67	5.635,90	1.052,98	15,74
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	8.502,35	893,14	9.395,49	-	-
		<b>Caso PCM</b>	7.061,48	815,15	7.876,63	1.518,86	16,17
		<b>Caso EPS</b>	7.198,70	856,38	8.055,09	1.340,41	14,27
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	10.779,08	556,95	11.336,03	-	-
		<b>Caso PCM</b>	9.295,28	462,52	9.757,80	1.578,23	13,92
		<b>Caso EPS</b>	8.902,12	547,09	9.449,21	1.886,82	16,64
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	12.744,31	595,80	13.340,10	-	-
		<b>Caso PCM</b>	10.753,87	470,53	11.224,40	2.115,70	15,86
		<b>Caso EPS</b>	9.909,14	599,29	10.508,43	2.831,67	21,23
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	19.269,21	107,76	19.376,98	-	-
		<b>Caso PCM</b>	17.618,02	17,67	17.635,69	1.741,28	8,99
		<b>Caso EPS</b>	15.510,52	141,99	15.652,51	3.724,47	19,22

			Consumo Calefacción [kWh/año]	Consumo Refrigeración (kWh/año)	TOTAL Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [%/año]
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	4.070,37	698,29	4.768,67	-	-
		<b>Caso PCM</b>	3.095,24	663,30	3.758,54	1.010,13	21,18
		<b>Caso EPS</b>	3.529,42	686,24	4.215,67	553,00	11,60
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	5.787,42	675,35	6.462,78	-	-
		<b>Caso PCM</b>	4.584,14	630,21	5.214,35	1.248,43	19,32
		<b>Caso EPS</b>	5.255,46	659,64	5.915,10	547,68	8,47
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	7.582,74	446,38	8.029,12	-	-
		<b>Caso PCM</b>	6.000,14	395,48	6.395,62	1.633,50	20,34
		<b>Caso EPS</b>	6.807,01	440,86	7.247,87	781,25	9,73
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	9.072,01	509,72	9.581,73	-	-
		<b>Caso PCM</b>	7.026,33	425,27	7.451,60	2.130,13	22,23
		<b>Caso EPS</b>	7.991,41	507,29	8.498,71	1.083,02	11,30
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	14.068,13	121,37	14.189,50	-	-
		<b>Caso PCM</b>	11.805,97	39,82	11.845,79	2.343,71	16,52
		<b>Caso EPS</b>	12.663,52	133,37	12.796,89	1.392,61	9,81

#### 2.1.4 Disconfort térmico

			Disconfort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [%/año]
1981 - 2007	A4	Caso Base	3.318,25	-	-
		Caso PCM	3.051,05	267,20	8,05
		Caso EPS	3.153,75	164,50	4,96
	B3	Caso Base	3.899,75	-	-
		Caso PCM	3.595,65	304,10	7,80
		Caso EPS	3.604,25	295,50	7,58
	C2	Caso Base	4.222,75	-	-
		Caso PCM	4.023,57	199,18	4,72
		Caso EPS	3.903,75	319,00	7,55
	D3	Caso Base	2.629,75	-	-
		Caso PCM	2.352,65	277,10	10,54
		Caso EPS	1.970,75	659,00	25,06
	E1	Caso Base	4.452,00	-	-
		Caso PCM	3.832,05	619,95	13,93
		Caso EPS	3.085,00	1.367,00	30,71

			Disconfort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [%/año]
2008 - 2019	A4	Caso Base	2.809,50	-	-
		Caso PCM	2.527,40	282,10	10,58
		Caso EPS	2.697,75	111,75	4,19
	B3	Caso Base	3.281,00	-	-
		Caso PCM	3.025,70	255,30	7,78
		Caso EPS	3.140,50	140,50	4,64
	C2	Caso Base	3.571,25	-	-
		Caso PCM	3.400,00	171,25	4,80
		Caso EPS	3.395,75	175,50	4,91
	D3	Caso Base	1.525,50	-	-
		Caso PCM	1.231,57	293,93	19,27
		Caso EPS	1.334,25	191,25	12,54
	E1	Caso Base	2.034,25	-	-
		Caso PCM	1.710,70	323,55	15,91
		Caso EPS	1.627,75	406,50	19,98

			Disconfort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [%/año]
2020 - Act	A4	Caso Base	2.494,00	-	-
		Caso PCM	2.260,63	233,37	9,36
		Caso EPS	2.419,50	74,50	2,99
	B3	Caso Base	2.897,00	-	-
		Caso PCM	2.637,50	259,50	8,96
		Caso EPS	2.824,25	72,75	2,51
	C2	Caso Base	3.217,75	-	-
		Caso PCM	2.982,25	235,50	7,32
		Caso EPS	3.118,00	99,75	3,10
	D3	Caso Base	1.189,00	-	-
		Caso PCM	837,75	351,25	29,54
		Caso EPS	1.085,00	104,00	8,75
	E1	Caso Base	1.507,25	-	-
		Caso PCM	1.169,85	337,40	22,39
		Caso EPS	1.371,50	135,75	9,01



## 2.2 Bloque de viviendas de 3 plantas

### 2.2.1 Demanda de calefacción y refrigeración

			Demanda Calefacción [kWh/año]	Demanda Refrigeración (kWh/año)	TOTAL Demanda [kWh/año]	AHORRO Demanda [kWh/año]	AHORRO Demanda [%/año]
1981 - 2007	A4	Caso Base	25.511,27	9.390,51	34.901,78	-	-
		Caso PCM	21.613,82	8.419,47	30.033,29	4.868,49	13,95
		Caso EPS	21.187,32	8.932,62	30.119,94	4.781,84	13,70
	B3	Caso Base	35.880,11	9.425,31	45.305,42	-	-
		Caso PCM	31.614,67	8.248,49	39.863,16	5.442,26	12,01
		Caso EPS	30.517,24	8.761,06	39.278,30	6.027,12	13,30
	C2	Caso Base	45.320,66	5.398,20	50.718,86	-	-
		Caso PCM	41.863,68	4.420,05	46.283,73	4.435,13	8,74
		Caso EPS	38.577,27	5.195,10	43.772,37	6.946,49	13,70
	D3	Caso Base	55.734,26	6.453,06	62.187,32	-	-
		Caso PCM	51.524,09	5.051,69	56.575,78	5.611,54	9,02
		Caso EPS	44.246,05	6.403,02	50.649,07	11.538,25	18,55
	E1	Caso Base	84.609,44	440,51	85.049,95	-	-
		Caso PCM	82.058,54	224,39	82.282,93	2.767,02	3,25
		Caso EPS	66.779,79	693,66	67.473,45	17.576,50	20,67

			<b>Demanda Calefacción [kWh/año]</b>	<b>Demanda Refrigeración (kWh/año)</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [%/año]</b>
<b>2008 - 2019</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	11.994,10	8.901,02	20.895,12	-	-
		<b>Caso PCM</b>	8.810,65	8.158,96	16.969,61	3.925,51	18,79
		<b>Caso EPS</b>	9.338,59	8.795,87	18.134,46	2.760,66	13,21
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	19.672,49	8.826,46	28.498,95	-	-
		<b>Caso PCM</b>	16.118,57	8.142,06	24.260,63	4.238,32	14,87
		<b>Caso EPS</b>	16.110,39	8.780,25	24.890,64	3.608,31	12,66
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	22.208,35	5.942,09	28.150,44	-	-
		<b>Caso PCM</b>	18.758,09	5.167,08	23.925,17	4.225,27	15,01
		<b>Caso EPS</b>	18.155,30	5.935,13	24.090,43	4.060,01	14,42
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	30.249,57	5.664,00	35.913,57	-	-
		<b>Caso PCM</b>	24.855,62	4.590,42	29.446,04	6.467,53	18,01
		<b>Caso EPS</b>	22.386,23	5.993,40	28.379,63	7.533,94	20,98
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	47.502,91	1.043,45	48.546,36	-	-
		<b>Caso PCM</b>	43.063,28	398,36	43.461,64	5.084,72	10,47
		<b>Caso EPS</b>	37.072,54	1.435,28	38.507,82	10.038,54	20,68

			<b>Demanda Calefacción [kWh/año]</b>	<b>Demanda Refrigeración (kWh/año)</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [%/año]</b>
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	7.392,23	7.213,78	14.606,01	-	-
		<b>Caso PCM</b>	5.862,92	6.832,35	12.695,27	1.910,74	13,08
		<b>Caso EPS</b>	5.987,45	7.139,60	13.127,05	1.478,96	10,13
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	10.149,98	7.700,55	17.850,53	-	-
		<b>Caso PCM</b>	7.843,31	7.231,92	15.075,23	2.775,30	15,55
		<b>Caso EPS</b>	8.638,90	7.621,06	16.259,96	1.590,57	8,91
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	13.817,18	4.754,49	18.571,67	-	-
		<b>Caso PCM</b>	10.972,72	4.421,39	15.394,11	3.177,56	17,11
		<b>Caso EPS</b>	12.076,88	4.754,95	16.831,83	1.739,84	9,37
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	18.961,16	5.098,44	24.059,60	-	-
		<b>Caso PCM</b>	13.925,52	4.243,35	18.168,87	5.890,73	24,48
		<b>Caso EPS</b>	16.285,11	5.139,02	21.424,13	2.635,47	10,95
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	34.442,65	922,02	35.364,67	-	-
		<b>Caso PCM</b>	28.279,08	200,49	28.479,57	6.885,10	19,47
		<b>Caso EPS</b>	31.029,40	1.053,36	32.082,76	3.281,91	9,28

### 2.2.2 Demanda de calefacción y refrigeración por superficie útil

			<b>Demanda Calefacción [kWh/m²año]</b>	<b>Demanda Refrigeración [kWh/m²año]</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/m²año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/m²año]</b>
<b>1981 - 2007</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	44,89	16,52	61,41	-
		<b>Caso PCM</b>	38,03	14,81	52,85	8,57
		<b>Caso EPS</b>	37,28	15,72	53,00	8,41
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	63,13	16,58	79,72	-
		<b>Caso PCM</b>	55,63	14,51	70,14	9,58
		<b>Caso EPS</b>	53,70	15,42	69,11	10,61
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	79,74	9,50	89,24	-
		<b>Caso PCM</b>	73,66	7,78	81,44	7,80
		<b>Caso EPS</b>	67,88	9,14	77,02	12,22
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	98,07	11,35	109,42	-
		<b>Caso PCM</b>	90,66	8,89	99,55	9,87
		<b>Caso EPS</b>	77,85	11,27	89,12	20,30
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	148,88	0,78	149,65	-
		<b>Caso PCM</b>	144,39	0,39	144,78	4,87
		<b>Caso EPS</b>	117,50	1,22	118,72	30,93

			<b>Demanda Calefacción [kWh/m²año]</b>	<b>Demanda Refrigeración [kWh/m²año]</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/m²año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/m²año]</b>
<b>2008 - 2019</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	20,94	15,54	36,49	-
		<b>Caso PCM</b>	15,38	14,25	29,63	6,85
		<b>Caso EPS</b>	16,31	15,36	31,66	4,82
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	34,35	15,41	49,76	-
		<b>Caso PCM</b>	28,14	14,22	42,36	7,40
		<b>Caso EPS</b>	28,13	15,33	43,46	6,30
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	38,78	10,38	49,15	-
		<b>Caso PCM</b>	32,75	9,02	41,78	7,38
		<b>Caso EPS</b>	31,70	10,36	42,06	7,09
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	52,82	9,89	62,71	-
		<b>Caso PCM</b>	43,40	8,02	51,42	11,29
		<b>Caso EPS</b>	39,09	10,47	49,55	13,16
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	82,95	1,82	84,77	-
		<b>Caso PCM</b>	75,19	0,70	75,89	8,88
		<b>Caso EPS</b>	64,73	2,51	67,24	17,53

			<b>Demanda Calefacción [kWh/m²año]</b>	<b>Demanda Refrigeración [kWh/m²año]</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/m²año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/m²año]</b>
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	12,91	12,60	25,50	-
		<b>Caso PCM</b>	10,24	11,93	22,17	3,34
		<b>Caso EPS</b>	10,45	12,47	22,92	2,58
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	17,72	13,45	31,17	-
		<b>Caso PCM</b>	13,70	12,63	26,32	4,85
		<b>Caso EPS</b>	15,08	13,31	28,39	2,78
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	24,13	8,30	32,43	-
		<b>Caso PCM</b>	19,16	7,72	26,88	5,55
		<b>Caso EPS</b>	21,09	8,30	29,39	3,04
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	33,11	8,90	42,01	-
		<b>Caso PCM</b>	24,32	7,41	31,72	10,29
		<b>Caso EPS</b>	28,44	8,97	37,41	4,60
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	60,14	1,61	61,75	-
		<b>Caso PCM</b>	49,38	0,35	49,73	12,02
		<b>Caso EPS</b>	54,18	1,84	56,02	5,73

### 2.2.3 Consumo de energía final para calefacción y refrigeración

			Consumo Calefacción [kWh/año]	Consumo Refrigeración (kWh/año)	TOTAL Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [%/año]
1981 - 2007	A4	Caso Base	36.408,26	3.611,73	40.020,00	-	-
		Caso PCM	30.846,04	3.238,26	34.084,30	5.935,70	14,83
		Caso EPS	30.237,36	3.435,62	33.672,99	6.347,01	15,86
	B3	Caso Base	51.206,09	3.625,12	54.831,21	-	-
		Caso PCM	45.118,70	3.172,50	48.291,19	6.540,02	11,93
		Caso EPS	43.552,50	3.369,64	46.922,14	7.909,07	14,42
	C2	Caso Base	64.679,12	2.076,23	66.755,35	-	-
		Caso PCM	59.745,51	1.700,02	61.445,53	5.309,82	7,95
		Caso EPS	55.055,33	1.998,12	57.053,45	9.701,91	14,53
	D3	Caso Base	79.540,83	2.481,95	82.022,78	-	-
		Caso PCM	73.532,31	1.942,96	75.475,27	6.547,51	7,98
		Caso EPS	63.145,50	2.462,70	65.608,20	16.414,58	20,01
	E1	Caso Base	120.749,88	169,43	120.919,31	-	-
		Caso PCM	117.109,38	86,30	117.195,68	3.723,63	3,08
		Caso EPS	95.304,40	266,79	95.571,19	25.348,12	20,96

			Consumo Calefacción [kWh/año]	Consumo Refrigeración (kWh/año)	TOTAL Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [%/año]
<b>2008 - 2019</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	17.117,31	3.423,47	20.540,78	-	-
		<b>Caso PCM</b>	12.574,07	3.138,06	15.712,13	4.828,65	23,51
		<b>Caso EPS</b>	13.327,52	3.383,03	16.710,54	3.830,24	18,65
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	28.075,48	3.394,79	31.470,27	-	-
		<b>Caso PCM</b>	23.003,53	3.131,56	26.135,09	5.335,19	16,95
		<b>Caso EPS</b>	22.991,85	3.377,02	26.368,87	5.101,40	16,21
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	31.694,52	2.285,42	33.979,94	-	-
		<b>Caso PCM</b>	26.770,50	1.987,34	28.757,84	5.222,10	15,37
		<b>Caso EPS</b>	25.910,23	2.282,74	28.192,97	5.786,96	17,03
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	43.170,50	2.178,46	45.348,96	-	-
		<b>Caso PCM</b>	35.472,56	1.765,55	37.238,10	8.110,86	17,89
		<b>Caso EPS</b>	31.948,38	2.305,15	34.253,53	11.095,43	24,47
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	67.793,51	401,33	68.194,83	-	-
		<b>Caso PCM</b>	61.457,51	153,22	61.610,73	6.584,10	9,65
		<b>Caso EPS</b>	52.907,86	552,03	53.459,89	14.734,94	21,61



			Consumo Calefacción [kWh/año]	Consumo Refrigeración (kWh/año)	TOTAL Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [%/año]
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	10.549,78	2.774,53	13.324,31	-	-
		<b>Caso PCM</b>	8.367,23	2.627,83	10.995,06	2.329,25	17,48
		<b>Caso EPS</b>	8.544,96	2.746,00	11.290,96	2.033,35	15,26
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	14.485,49	2.961,75	17.447,24	-	-
		<b>Caso PCM</b>	11.193,54	2.781,51	13.975,04	3.472,19	19,90
		<b>Caso EPS</b>	12.328,96	2.931,18	15.260,13	2.187,10	12,54
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	19.719,11	1.828,65	21.547,76	-	-
		<b>Caso PCM</b>	15.659,65	1.700,53	17.360,19	4.187,57	19,43
		<b>Caso EPS</b>	17.235,45	1.828,83	19.064,28	2.483,48	11,53
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	27.060,31	1.960,94	29.021,25	-	-
		<b>Caso PCM</b>	19.873,73	1.632,06	21.505,78	7.515,47	25,90
		<b>Caso EPS</b>	23.241,20	1.976,55	25.217,75	3.803,50	15,08
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	49.154,63	354,62	49.509,25	-	-
		<b>Caso PCM</b>	40.358,33	77,11	40.435,44	9.073,82	18,33
		<b>Caso EPS</b>	44.283,43	405,14	44.688,57	4.820,68	9,74

#### 2.2.4 Disconfort térmico

			Disconfort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [%/año]
1981 - 2007	A4	Caso Base	2.882,97	-	-
		Caso PCM	2.632,26	250,71	8,70
		Caso EPS	2.703,53	179,44	6,22
	B3	Caso Base	3.441,03	-	-
		Caso PCM	3.205,81	235,22	6,84
		Caso EPS	3.232,55	208,48	6,06
	C2	Caso Base	3.848,81	-	-
		Caso PCM	3.674,12	174,69	4,54
		Caso EPS	3.591,03	257,78	6,70
	D3	Caso Base	2.008,55	-	-
		Caso PCM	1.755,86	252,69	12,58
		Caso EPS	1.585,61	422,94	21,06
	E1	Caso Base	3.473,05	-	-
		Caso PCM	3.002,83	470,22	13,54
		Caso EPS	2.437,29	1.035,76	29,82

			Disconfort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [%/año]
2008 - 2019	A4	Caso Base	2.666,36	-	-
		Caso PCM	2.391,65	274,71	10,30
		Caso EPS	2.577,58	88,78	3,33
	B3	Caso Base	3.151,92	-	-
		Caso PCM	2.900,49	251,43	7,98
		Caso EPS	2.991,83	160,09	5,52
	C2	Caso Base	3.300,00	-	-
		Caso PCM	3.132,22	167,78	5,08
		Caso EPS	3.107,82	192,18	5,82
	D3	Caso Base	1.324,75	-	-
		Caso PCM	1.027,08	297,67	22,47
		Caso EPS	1.044,75	280,00	21,14
	E1	Caso Base	2.047,08	-	-
		Caso PCM	1.603,67	443,41	21,66
		Caso EPS	1.511,25	535,83	27,65

			Disconfort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [%/año]
2020 - Act	A4	Caso Base	2.452,73	-	-
		Caso PCM	2.392,34	60,39	2,46
		Caso EPS	2.481,00	-28,27	-1,15
	B3	Caso Base	2.682,42	-	-
		Caso PCM	2.486,48	195,94	7,30
		Caso EPS	2.646,83	35,59	1,33
	C2	Caso Base	2.817,19	-	-
		Caso PCM	2.582,60	234,59	8,33
		Caso EPS	2.708,92	108,27	3,84
	D3	Caso Base	811,75	-	-
		Caso PCM	317,10	494,65	60,94
		Caso EPS	644,75	167,00	20,57
	E1	Caso Base	1.352,00	-	-
		Caso PCM	1.010,42	341,58	25,26
		Caso EPS	1.205,83	146,17	10,81

## 2.3 Bloque de viviendas de más de 3 plantas

### 2.3.1 Demanda de calefacción y refrigeración

			<b>Demanda Calefacción [kWh/año]</b>	<b>Demanda Refrigeración (kWh/año)</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [%/año]</b>
<b>1981 - 2007</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	30.052,86	16.873,55	46.926,41	-	-
		<b>Caso PCM</b>	25.520,44	15.742,69	41.263,13	5.663,28	12,07
		<b>Caso EPS</b>	23.708,49	17.885,44	41.593,93	5.332,48	11,36
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	45.189,73	16.572,49	61.762,22	-	-
		<b>Caso PCM</b>	39.601,97	15.281,33	54.883,30	6.878,92	11,14
		<b>Caso EPS</b>	37.298,10	16.054,48	53.352,58	8.409,64	13,62
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	61.454,20	9.905,92	71.360,12	-	-
		<b>Caso PCM</b>	55.422,86	8.850,34	64.273,20	7.086,92	9,93
		<b>Caso EPS</b>	51.702,04	10.002,16	61.704,20	9.655,92	13,53
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	78.849,20	12.053,66	90.902,86	-	-
		<b>Caso PCM</b>	72.408,78	10.337,49	82.746,27	8.156,59	8,97
		<b>Caso EPS</b>	62.856,05	12.340,38	75.196,43	15.706,43	17,28
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	124.765,90	1.323,41	126.089,31	-	-
		<b>Caso PCM</b>	120.579,20	850,86	121.430,06	4.659,25	3,70
		<b>Caso EPS</b>	100.127,87	2.039,59	102.167,46	23.921,85	18,97

			<b>Demanda Calefacción [kWh/año]</b>	<b>Demanda Refrigeración (kWh/año)</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [%/año]</b>
<b>2008 - 2019</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	14.331,52	15.907,29	30.238,81	-	-
		<b>Caso PCM</b>	11.945,61	15.220,25	27.165,86	3.072,95	10,16
		<b>Caso EPS</b>	11.544,63	15.810,38	27.355,01	2.883,80	9,54
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	22.052,90	16.721,36	38.774,26	-	-
		<b>Caso PCM</b>	18.428,28	15.986,50	34.414,78	4.359,48	11,24
		<b>Caso EPS</b>	18.469,39	16.617,06	35.086,45	3.687,81	9,51
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	28.223,12	11.324,13	39.547,25	-	-
		<b>Caso PCM</b>	24.238,40	10.884,83	35.123,23	4.424,02	11,19
		<b>Caso EPS</b>	22.226,82	12.557,83	34.784,65	4.762,60	12,04
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	35.141,85	11.779,17	46.921,02	-	-
		<b>Caso PCM</b>	29.790,72	10.772,07	40.562,79	6.358,23	13,55
		<b>Caso EPS</b>	27.334,13	12.089,14	39.423,27	7.497,75	15,98
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	59.521,93	2.940,83	62.462,76	-	-
		<b>Caso PCM</b>	53.180,54	2.024,47	55.205,01	7.257,75	11,62
		<b>Caso EPS</b>	49.053,30	3.589,02	52.642,32	9.820,44	15,72

			<b>Demanda Calefacción [kWh/año]</b>	<b>Demanda Refrigeración (kWh/año)</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/año]</b>	<b>AHORRO Demanda [%/año]</b>
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	4.978,30	13.940,18	18.918,48	-	-
		<b>Caso PCM</b>	3.985,22	13.755,00	17.740,22	1.178,26	6,23
		<b>Caso EPS</b>	3.864,08	13.908,35	17.772,43	1.146,05	6,06
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	9.629,06	13.635,46	23.264,52	-	-
		<b>Caso PCM</b>	8.452,27	13.424,32	21.876,59	1.387,93	5,97
		<b>Caso EPS</b>	8.288,23	13.617,11	21.905,34	1.359,18	5,84
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	15.103,17	9.899,81	25.002,98	-	-
		<b>Caso PCM</b>	13.141,14	9.714,58	22.855,72	2.147,26	8,59
		<b>Caso EPS</b>	13.046,00	9.968,05	23.014,05	1.988,93	7,95
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	19.185,42	10.943,24	30.128,66	-	-
		<b>Caso PCM</b>	16.508,42	10.476,84	26.985,26	3.143,40	10,43
		<b>Caso EPS</b>	16.376,14	11.046,40	27.422,54	2.706,12	8,98
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	37.254,14	3.396,96	40.651,10	-	-
		<b>Caso PCM</b>	31.628,62	3.148,91	34.777,53	5.873,57	14,45
		<b>Caso EPS</b>	33.347,72	3.702,35	37.050,07	3.601,03	8,86

### 2.3.2 Demanda de calefacción y refrigeración por superficie útil

			<b>Demanda Calefacción [kWh/m²año]</b>	<b>Demanda Refrigeración [kWh/m²año]</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/m²año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/m²año]</b>
<b>1981 - 2007</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	26,90	15,11	42,01	-
		<b>Caso PCM</b>	22,85	14,09	36,94	5,07
		<b>Caso EPS</b>	21,22	16,01	37,23	4,77
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	40,45	14,84	55,29	-
		<b>Caso PCM</b>	35,45	13,68	49,13	6,16
		<b>Caso EPS</b>	33,39	14,37	47,76	7,53
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	55,01	8,87	63,88	-
		<b>Caso PCM</b>	49,61	7,92	57,54	6,34
		<b>Caso EPS</b>	46,28	8,95	55,24	8,64
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	70,59	10,79	81,38	-
		<b>Caso PCM</b>	64,82	9,25	74,07	7,30
		<b>Caso EPS</b>	56,27	11,05	67,32	14,06
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	111,69	1,18	112,87	-
		<b>Caso PCM</b>	107,94	0,76	108,70	4,17
		<b>Caso EPS</b>	89,63	1,83	91,46	21,41



			<b>Demanda Calefacción [kWh/m²año]</b>	<b>Demanda Refrigeración [kWh/m²año]</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/m²año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/m²año]</b>
<b>2008 - 2019</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	12,65	14,04	26,69	-
		<b>Caso PCM</b>	10,55	13,44	23,98	2,71
		<b>Caso EPS</b>	10,19	13,96	24,15	2,55
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	19,47	14,76	34,23	-
		<b>Caso PCM</b>	16,27	14,11	30,38	3,85
		<b>Caso EPS</b>	16,30	14,67	30,97	3,26
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	24,91	10,00	34,91	-
		<b>Caso PCM</b>	21,40	9,61	31,01	3,91
		<b>Caso EPS</b>	19,62	11,09	30,71	4,20
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	31,02	10,40	41,42	-
		<b>Caso PCM</b>	26,30	9,51	35,81	5,61
		<b>Caso EPS</b>	24,13	10,67	34,80	6,62
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	52,54	2,60	55,14	-
		<b>Caso PCM</b>	46,95	1,79	48,73	6,41
		<b>Caso EPS</b>	43,30	3,17	46,47	8,67

			<b>Demanda Calefacción [kWh/m²año]</b>	<b>Demanda Refrigeración [kWh/m²año]</b>	<b>TOTAL Demanda [kWh/m²año]</b>	<b>AHORRO Demanda [kWh/m²año]</b>
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	4,39	12,31	16,70	-
		<b>Caso PCM</b>	3,52	12,14	15,66	1,04
		<b>Caso EPS</b>	3,41	12,28	15,69	1,01
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	8,50	12,04	20,54	-
		<b>Caso PCM</b>	7,46	11,85	19,31	1,23
		<b>Caso EPS</b>	7,32	12,02	19,34	1,20
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	13,33	8,74	22,07	-
		<b>Caso PCM</b>	11,60	8,58	20,18	1,90
		<b>Caso EPS</b>	11,52	8,80	20,32	1,76
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	16,94	9,66	26,60	-
		<b>Caso PCM</b>	14,57	9,25	23,82	2,77
		<b>Caso EPS</b>	14,46	9,75	24,21	2,39
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	32,89	3,00	35,89	-
		<b>Caso PCM</b>	27,92	2,78	30,70	5,19
		<b>Caso EPS</b>	29,44	3,27	32,71	3,18

### 2.3.3 Consumo de energía final para calefacción y refrigeración

			Consumo Calefacción [kWh/año]	Consumo Refrigeración (kWh/año)	TOTAL Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [%/año]
1981 - 2007	A4	Caso Base	41.326,82	6.489,83	47.816,64	-	-
		Caso PCM	35.094,11	6.054,88	41.149,00	6.667,65	13,94
		Caso EPS	32.602,43	6.879,02	39.481,45	8.335,19	17,43
	B3	Caso Base	62.142,09	6.374,03	68.516,13	-	-
		Caso PCM	54.458,15	5.877,43	60.335,59	8.180,54	11,94
		Caso EPS	51.290,02	6.174,80	57.464,82	11.051,31	16,13
	C2	Caso Base	84.507,98	3.809,97	88.317,95	-	-
		Caso PCM	76.214,05	3.403,98	79.618,03	8.699,91	9,85
		Caso EPS	71.097,41	3.846,98	74.944,40	13.373,55	15,14
	D3	Caso Base	108.428,49	4.636,02	113.064,52	-	-
		Caso PCM	99.572,03	3.975,96	103.547,99	9.516,53	8,42
		Caso EPS	86.435,71	4.746,30	91.182,01	21.882,50	19,35
	E1	Caso Base	171.570,27	509,00	172.079,27	-	-
		Caso PCM	165.812,98	327,25	166.140,24	5.939,04	3,45
		Caso EPS	137.689,59	784,46	138.474,05	33.605,23	19,53

			Consumo Calefacción [kWh/año]	Consumo Refrigeración (kWh/año)	TOTAL Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [%/año]
<b>2008 - 2019</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	19.707,81	6.118,19	25.826,00	-	-
		<b>Caso PCM</b>	16.426,86	5.853,94	22.280,80	3.545,20	13,73
		<b>Caso EPS</b>	15.875,45	6.080,92	21.956,37	3.869,63	14,98
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	30.325,77	6.431,29	36.757,06	-	-
		<b>Caso PCM</b>	25.341,42	6.148,65	31.490,07	5.266,99	14,33
		<b>Caso EPS</b>	25.397,95	6.391,18	31.789,13	4.967,93	13,52
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	38.810,67	4.355,43	43.166,11	-	-
		<b>Caso PCM</b>	33.331,13	4.186,47	37.517,61	5.648,50	13,09
		<b>Caso EPS</b>	30.564,93	4.829,93	35.394,87	7.771,24	18,00
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	48.324,88	4.530,45	52.855,33	-	-
		<b>Caso PCM</b>	40.966,34	4.143,10	45.109,44	7.745,89	14,65
		<b>Caso EPS</b>	37.588,19	4.649,67	42.237,86	10.617,47	20,09
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	81.850,84	1.131,09	82.981,93	-	-
		<b>Caso PCM</b>	73.130,56	778,64	73.909,20	9.072,73	10,93
		<b>Caso EPS</b>	67.455,03	1.380,39	68.835,43	14.146,50	17,05

			Consumo Calefacción [kWh/año]	Consumo Refrigeración (kWh/año)	TOTAL Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [kWh/año]	AHORRO Consumo [%/año]
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	6.845,85	5.361,61	12.207,45	-	-
		<b>Caso PCM</b>	5.480,23	5.290,38	10.770,61	1.436,84	11,77
		<b>Caso EPS</b>	5.313,64	5.349,37	10.663,01	1.544,45	12,65
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	13.241,28	5.244,41	18.485,69	-	-
		<b>Caso PCM</b>	11.623,03	5.163,20	16.786,23	1.699,46	9,19
		<b>Caso EPS</b>	11.397,46	5.237,35	16.634,81	1.850,88	10,01
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	20.768,94	3.807,62	24.576,55	-	-
		<b>Caso PCM</b>	18.070,87	3.736,38	21.807,25	2.769,30	11,27
		<b>Caso EPS</b>	17.940,04	3.833,87	21.773,91	2.802,65	11,40
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	26.382,59	4.208,94	30.591,53	-	-
		<b>Caso PCM</b>	22.701,35	4.029,55	26.730,90	3.860,63	12,62
		<b>Caso EPS</b>	22.519,44	4.248,62	26.768,06	3.823,47	12,50
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	51.229,57	1.306,52	52.536,09	-	-
		<b>Caso PCM</b>	43.493,70	1.211,12	44.704,82	7.831,27	14,91
		<b>Caso EPS</b>	45.857,70	1.423,98	47.281,68	5.254,41	10,00

#### 2.3.4 Disconfort térmico

			Disconfort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [%/año]
<b>1981 - 2007</b>	<b>A4</b>	<b>Caso Base</b>	2.575,25	-	-
		<b>Caso PCM</b>	2.366,19	209,06	8,12
		<b>Caso EPS</b>	2.474,91	100,34	3,90
	<b>B3</b>	<b>Caso Base</b>	3.085,87	-	-
		<b>Caso PCM</b>	2.893,17	192,70	6,24
		<b>Caso EPS</b>	2.905,74	180,13	5,84
	<b>C2</b>	<b>Caso Base</b>	3.413,79	-	-
		<b>Caso PCM</b>	3.286,59	127,20	3,73
		<b>Caso EPS</b>	3.204,83	208,96	6,12
	<b>D3</b>	<b>Caso Base</b>	1.497,91	-	-
		<b>Caso PCM</b>	1.322,68	175,23	11,70
		<b>Caso EPS</b>	1.271,54	226,37	15,11
	<b>E1</b>	<b>Caso Base</b>	2.477,84	-	-
		<b>Caso PCM</b>	2.134,30	343,54	13,86
		<b>Caso EPS</b>	1.870,29	607,55	24,52

			Disconfort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [%/año]
2008 - 2019	A4	Caso Base	2.615,33	-	-
		Caso PCM	2.551,50	63,83	2,39
		Caso EPS	2.643,17	-27,84	-1,04
	B3	Caso Base	2.885,33	-	-
		Caso PCM	2.670,13	215,20	7,46
		Caso EPS	2.828,50	56,83	2,13
	C2	Caso Base	2.956,58	-	-
		Caso PCM	2.817,16	139,42	4,72
		Caso EPS	2.816,63	139,95	4,73
	D3	Caso Base	790,04	-	-
		Caso PCM	541,28	248,76	31,49
		Caso EPS	618,04	172,00	21,77
	E1	Caso Base	1.194,92	-	-
		Caso PCM	992,18	202,74	16,97
		Caso EPS	934,38	260,54	21,80

			Disconfort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [h/año]	Mejora confort térmico [%/año]
2020 - Act	A4	Caso Base	2.872,54	-	-
		Caso PCM	2.867,44	5,10	0,18
		Caso EPS	2.988,42	-115,88	-4,03
	B3	Caso Base	2.824,46	-	-
		Caso PCM	2.814,20	10,26	0,36
		Caso EPS	2.882,46	-58,00	-2,05
	C2	Caso Base	2.612,58	-	-
		Caso PCM	2.557,32	55,26	2,12
		Caso EPS	2.623,38	-10,80	-0,41
	D3	Caso Base	397,63	-	-
		Caso PCM	232,00	165,63	41,65
		Caso EPS	428,71	-31,08	-7,82
	E1	Caso Base	593,83	-	-
		Caso PCM	344,46	249,37	41,99
		Caso EPS	467,96	125,87	21,20



### 3. ANEXO 3: RESULTADOS ESTUDIO ECONÓMICO

#### 3.1 Vivienda unifamiliar

##### 3.1.1 Ahorro económico

			Ahorro Económico [€/año] Escenario 1	Ahorro Económico [€/año] Escenario 2	Ahorro Económico [€/año] Escenario 3
2020 - Act	A4	Caso PCM	44,33	43,92	58,08
		Caso EPS	24,25	23,54	31,13
	B3	Caso PCM	54,79	54,42	71,95
		Caso EPS	24,03	23,58	31,18
	C2	Caso PCM	71,67	70,62	93,38
		Caso EPS	32,08	32,44	42,90
	D3	Caso PCM	93,51	93,38	123,47
		Caso EPS	47,44	44,60	58,98
	E1	Caso PCM	102,86	101,93	134,78
		Caso EPS	60,96	56,28	74,42

##### 3.1.2 Inversión y PayBack

			Inversión [€]	PayBack [años] Escenario 1	PayBack [años] Escenario 2	PayBack [años] Escenario 3
2020 - Act	A4	Caso PCM	7.731,76	>100	>100	>100
		Caso EPS	1.231,65	51	52	40
	B3	Caso PCM	7.731,76	>100	>100	>100
		Caso EPS	1.231,65	51	52	39
	C2	Caso PCM	11.597,63	>100	>100	>100
		Caso EPS	1.231,65	38	38	29
	D3	Caso PCM	19.329,39	>100	>100	>100
		Caso EPS	1.554,78	33	35	26
	E1	Caso PCM	19.329,39	>100	>100	>100
		Caso EPS	1.554,78	26	28	21

### 3.1.3 Coste óptimo PCM

		Coste óptimo PCM [€/kg] Escenario 1	Coste óptimo PCM [€/kg] Escenario 2	Coste óptimo PCM [€/kg] Escenario 3
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	0,58	0,59	0,59
	<b>B3</b>	0,73	0,74	0,74
	<b>C2</b>	0,47	0,46	0,46
	<b>D3</b>	0,32	0,34	0,34
	<b>E1</b>	0,27	0,29	0,29

## 3.2 Bloque de viviendas de 3 plantas

### 3.2.1 Ahorro económico

			Ahorro Económico [€/año] Escenario 1	Ahorro Económico [€/año] Escenario 2	Ahorro Económico [€/año] Escenario 3
<b>2020 - Act</b>	<b>A4</b>	<b>Caso PCM</b>	105,69	109,75	145,12
		<b>Caso EPS</b>	98,24	104,56	138,25
	<b>B3</b>	<b>Caso PCM</b>	152,53	155,23	205,25
		<b>Caso EPS</b>	95,87	91,89	121,51
	<b>C2</b>	<b>Caso PCM</b>	183,73	180,88	239,17
		<b>Caso EPS</b>	108,77	101,87	134,70
	<b>D3</b>	<b>Caso PCM</b>	329,99	331,64	438,51
		<b>Caso EPS</b>	166,55	154,93	204,86
	<b>E1</b>	<b>Caso PCM</b>	398,12	391,93	518,23
		<b>Caso EPS</b>	211,01	194,19	256,76

### 3.2.2 Inversión y Payback

			Inversión [€]	PayBack [años] Escenario 1	PayBack [años] Escenario 2	PayBack [años] Escenario 3
2020 - Act	A4	Caso PCM	20.074,18	>100	>100	>100
		Caso EPS	3.197,76	33	31	23
	B3	Caso PCM	20.074,18	>100	>100	>100
		Caso EPS	3.197,76	33	35	26
	C2	Caso PCM	30.111,27	>100	>100	>100
		Caso EPS	3.197,76	29	31	24
	D3	Caso PCM	50.185,45	>100	>100	>100
		Caso EPS	4.036,72	24	26	20
	E1	Caso PCM	50.185,45	>100	>100	97
		Caso EPS	4.036,72	19	21	16

### 3.2.3 Coste óptimo PCM

		Coste óptimo PCM [€/kg] Escenario 1	Coste óptimo PCM [€/kg] Escenario 2	Coste óptimo PCM [€/kg] Escenario 3
2020 - Act	A4	0,34	0,33	0,34
	B3	0,51	0,54	0,53
	C2	0,36	0,38	0,37
	D3	0,32	0,34	0,34
	E1	0,30	0,33	0,32

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Presidencia del Gobierno (1979). Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios. BOE nº253 de 22 de octubre de 1979.
- [2] Ministerio de Fomento (2006). Documento Básico HE - Ahorro de energía. Febrero 2006.
- [3] Ministerio de Fomento (2019). Documento Básico HE - Ahorro de energía. Diciembre 2019.
- [4] B. Pérez Martín, "Reducción de las demandas de calefacción, refrigeración y ACS, a lo largo de la evolución normativa." Trabajo Final de Máster. Universidad de Zaragoza, 2021.
- [5] Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana (2020). Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente. Enero 2020.
- [6] Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. "Guía de aplicación del DB-HE 2019." Agosto 2020.
- [7] Ministerio de Fomento (2006). Documento Básico HS - Salubridad. Febrero 2006.
- [8] Ministerio de Fomento (2019). Documento Básico HS - Salubridad. Diciembre 2019.
- [9] Ministerio de Fomento (2014). Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. DA DB-HE / 3 Puentes térmicos. Enero 2014.
- [10] IDAE. Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X. 2015.
- [11] AENOR. UNE 15378: Sistemas de calefacción en los edificios. Inspección de calderas y sistemas de calefacción. 2019.