

Tema 13. CARGAS TERMICAS CLIMATIZACIÓN Y CALEFACCIÓN

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	DATOS DE PARTIDA PARA UN ESTUDIO DE CARGAS DE CLIMATIZACIÓN	3
2.1.	Localización	3
2.2.	Características del local.....	3
2.3.	Ocupación	4
2.4.	Uso.....	4
3.	MÉTODOS DE CÁLCULO DE LA DEMANDA TÉRMICA.....	4
4.	CÁLCULO SIMPLIFICADO, POR SUPERFICIE Y USO DEL LOCAL	5
5.	CÁLCULO DE LA DEMANDA TÉRMICA CON HOJA DE CARGA SIMPLE.....	6
6.	CÁLCULO CON HOJA DE CARGA COMPLETA	8
6.1.	CARGAS SENSIBLES	10
6.1.1.	Cargas térmicas por radiación solar a través de las superficies acristaladas (ventanas, claraboyas o lucernarios).....	10
6.1.2.	Cargas por transmisión a través de cerramientos opacos (paredes, puertas y techos exteriores).....	11
6.1.3.	Cargas por transmisión a través de paredes y techos interiores.....	14
6.1.4.	Carga sensible por ventilación e infiltración de aire exterior	14
6.1.5.	Carga sensible por ocupación del local	15
6.1.6.	Cargas generadas por la iluminación del local.....	15
6.1.7.	Cargas generadas por las máquinas presentes en el local	16
6.2.	CARGAS LATENTES.....	16
6.2.1.	Carga latente por ventilación e infiltración de aire exterior.....	16
6.2.2.	Carga latente por ocupación del local	17
6.3.	CARGA TOTAL.....	17
7.	CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN (Invierno).....	18
7.1.	Método 1.....	18
7.1.1.	Carga térmica por transmisión.....	18
7.1.2.	Carga térmica por ventilación o infiltración de aire exterior.....	18
7.2.	Método 2.....	19

1. INTRODUCCIÓN

Cuando quiere climatizarse un local en verano, es necesario extraer el calor que pueda entrar por diversas causas, como puede ser por la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior, por lo elementos que se encuentre dentro del local que aporten calor, etc.

Se denomina condiciones de **confort** al ambiente en las que las personas tienen la sensación de bienestar.

Las condiciones de confort de las personas dependen de varios factores, pero principalmente de la temperatura, la humedad del aire, y la velocidad del aire.

Los factores que alteran la temperatura y/o humedad relativa de los locales, se conocen como **cargas térmicas**. Por tanto, cuando se habla de carga térmica sobre un edificio, se entiende que se habla de un fenómeno que tiende a modificar la temperatura interior del aire o su contenido en humedad.

En este sentido se puede establecer una primera clasificación de las cargas térmicas, según su incidencia:

- **Cargas térmicas sensibles:** aquellas que van a originar una variación en la temperatura del aire.
- **Cargas térmicas latentes:** las que van a originar una variación en la humedad absoluta del ambiente. La suma de ambas cargas se conoce como **carga térmica total** y sus unidades de medida son las Kcal/h o las Frig/h, y nos sirve para determinar la potencia de los equipos a instalar (W).

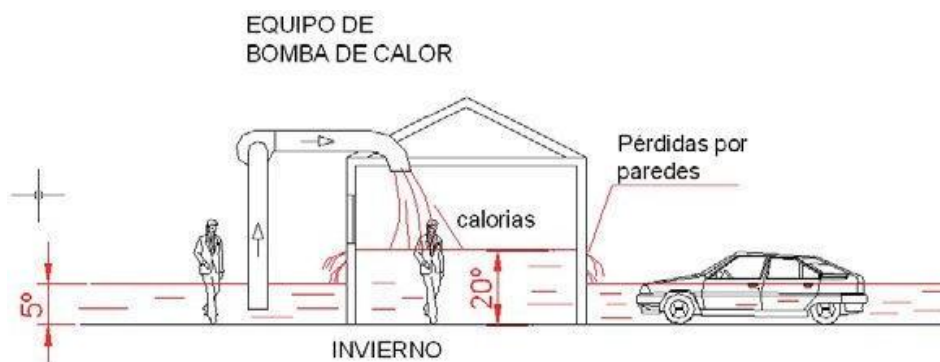
En el diseño de un sistema de aire acondicionado habrá que calcular las cargas térmicas para las situaciones de diseño de verano y de invierno, dimensionando la instalación para la situación más desfavorable.

-Régimen de verano:



En verano para enfriar el local con un climatizador, hay que extraer calorías, y la transmisión de calor por las paredes es hacia el interior.

-Régimen de invierno:





En invierno hay que introducir calorías, y las pérdidas de calor son hacia el exterior.

En los dos casos (verano e invierno) las calorías que entran o salen del local las llamamos “**pérdidas de calor**”, y hay que calcularlas para determinar la potencia del aparato climatizador a instalar. El total de calor necesario a meter o sacar del local lo denominaremos “**demanda térmica**” del local.

Hay al menos tres datos necesarios a conocer:

- **Temperatura interior**, que dependen del uso del local.
- **Temperatura exterior**, que dependen de la zona en la que se ubique, si es más fría o calurosa.
- **Condiciones de las paredes y techos del local**, si está más o menos aislado térmicamente.

2. DATOS DE PARTIDA PARA UN ESTUDIO DE CARGAS DE CLIMATIZACIÓN

Cuando a un instalador le encargan la climatización de un local, una de las cosas que precisa realizar es el cálculo de la carga térmica del mismo, es decir de la potencia térmica que precisa para mantener las condiciones de confort. Una vez calculada la carga térmica, podremos elegir el equipo climatizador adecuado para el local.

Para poder realizar un cálculo adecuado del equipo climatizador a instalar en un local, es preciso obtener los datos siguientes:

2.1. Localización

La carga térmica depende de la situación del local.

Cada provincia tiene unas temperaturas exteriores de cálculo diferentes.

Por otra parte, dentro de una misma provincia o localidad hay zonas más y menos calurosas, expuestas al sol, al viento, etc.

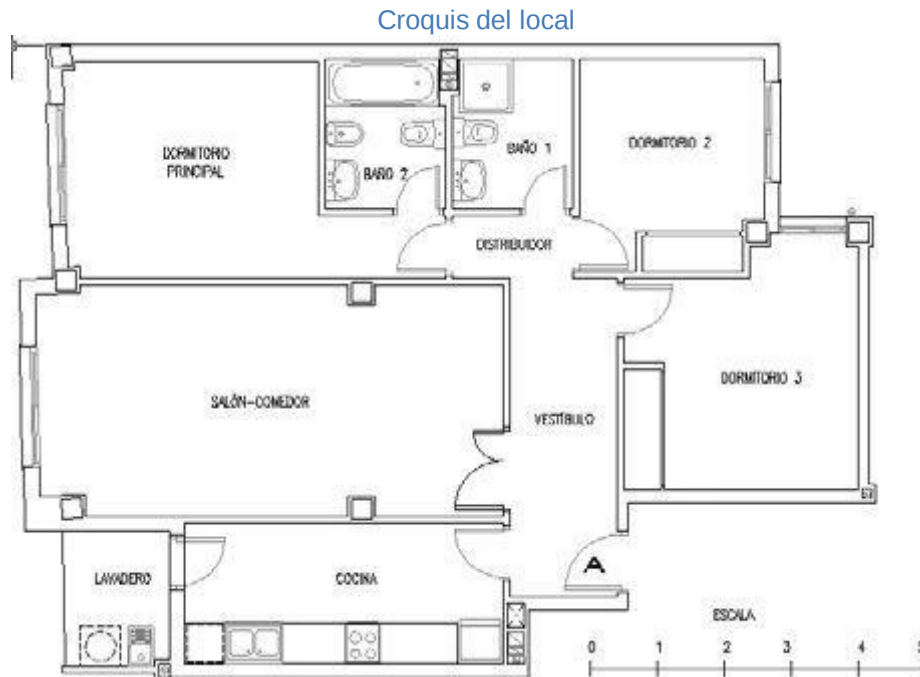
El CTE divide el país en varias zonas, en función del emplazamiento y las horas de sol, que tienen una gran influencia sobre la carga térmica a la que se verá sometido el local.

Estación	T operativa (°C)	HR (%)	V aire (m/s)
Verano	23 – 25	45 - 60	0,18 – 0,24
Invierno	21 - 23	40 - 50	0,15 – 0,20

2.2. Características del local

Del local debemos tomar los datos siguientes:

1. Plano a escala del local, o al menos las dimensiones principales de largo, ancho y alto.
2. Orientación del norte.
3. Situación y dimensiones de ventanas y puertas.
4. Características constructivas de:
 - Paredes exteriores e interiores.
 - Suelo y techo. Si hay cubierta de teja, terraza, otro espacio, etc.
 - Ocupación de los espacios contiguos.
5. Tipo de ventanas, cristal simple o doble, persianas o toldos, si entra o no el sol.
6. Potencia eléctrica de los aparatos, iluminación, motores, cafeteras, etc.



2.3. Ocupación

La ocupación es la cantidad de personas que puede haber como máximo en el local. Cada persona genera calor al local (aproximadamente 130 W).

Densidad estimada de ocupación por m2 de local:

- Tiendas exposiciones, con poca gente: 1 persona cada 10 m2.
- Tiendas con mucho público: 1 persona cada 10 m2.
- Restaurantes: 1 persona cada 1,5 m2.
- Bares y discotecas: 1 persona cada 1 m2.
- Cines y salones: contar las butacas y añadir un 10% más.

2.4. Uso

El uso del local nos indica el nivel de actividad de sus ocupantes: sentados, de pie, bailando..., cuanto más actividad hagan los ocupantes, mayor será el calor que generen.

El uso también nos condiciona el caudal de ventilación necesario,

Otro factor que se deduce del local es el horario de funcionamiento.

3. MÉTODOS DE CÁLCULO DE LA DEMANDA TÉRMICA

El proceso de cálculo de la carga térmica de un local puede hacerse de forma más o menos precisa, generalmente según la importancia de la instalación.

Cálculo por	Precisión	Usar para
Carga por m ² de local	Baja	Habitaciones de viviendas, pequeñas tiendas, oficina, hasta 100 m ² .
Hoja de carga simple sin condiciones exteriores	Media	Comercios y locales públicos hasta 300 m ² , en la zona habitual de trabajo.
Hoja de carga completa con calor sensible y latente.	Alta	Locales públicos de cualquier tamaño, locales con características especiales, cristalerías, focos de calor, etc.
Mediante simulación completa por computador	Muy Alta	Grandes locales y salones de representación. Edificios emblemáticos.

4. CÁLCULO SIMPLIFICADO, POR SUPERFICIE Y USO DEL LOCAL

Para elegir un climatizador en un salón de 25 m² de un edificio de viviendas no hace falta ningún cálculo, se adopta un aparato de aproximadamente 3.500 W, que es el modelo fabricado normalmente para esta demanda. Así mismo para un dormitorio de una vivienda es suficiente con 1.500 o 2.000 W, casi independiente de su tamaño.

En la práctica habitual es frecuente tomar datos de carga térmica de locales tipo, en los que aparece la potencia normal en W/m². Es decir la carga térmica que necesita cada m² de superficie.

Para obtener la demanda total de un local, simplemente multiplicaremos la superficie del local en m² por el factor de la tabla en Watios/m² para dicha actividad o similar:

$$Q = S \times k$$

Siendo

Q = Carga térmica en W.

S = Superficie del local en m².

k = Coeficiente en W/m² de la tabla siguiente:

Edificio o dependencia	Watios/m ²
VIVIENDAS	
Nuevas bien aisladas	100
Parcialmente aisladas	115
Calurosas, áticos	125
HOTELES	
Salones y vestíbulos	140
Comedores	
Habitaciones	100
OFICINAS	
Grandes	115
Pequeñas	140

COMERCIOS	
Tiendas con poco público	120
Tienda muy concurridas	180
Supermercados	120
Hipermercados	160
SALONES PÚBLICOS	
Cines, teatros, auditorios	180
Salones multiusos	230
HOSTELERÍA	
Restaurante	230
Bares, cafeterías	290
Discotecas, Pubs musicales	300

Precauciones al utilizar la tabla:

Estos datos se refieren a locales tipo, pero no son correctos si nuestro local tiene alguna condición especial como:

- Acristalamientos de terraza.
- Puertas abiertas permanentes a la calle.
- Recibir radiación solar directa en su fachada o escaparate.
- Varios niveles comunicados por huecos abiertos, escaleras, etc.
- Iluminaciones muy elevadas.
- Altas corrientes de aire.

En todos estos casos es necesario pasar a un método de mayor precisión.

5. CÁLCULO DE LA DEMANDA TÉRMICA CON HOJA DE CARGA SIMPLE

En estos casos, no se precisa conocer la temperatura exterior, ni diferencia entre calor sensible y latente. Al final se multiplica el resultado por un coeficiente diferente para la costa o el interior. Sólo es adecuado para equipos pequeños y medianos.

Ejemplo de Hoja de cargas térmicas simple

1) Insolación de ventanas fachada principal							
	Sin protección.		Persiana interior		Persiana exterior.		TOTAL Frg/h
	m2	Factor	m2	Factor	m2	Factor	
Este		275		165		85	
Sureste		250		150		75	
Sur		187		110		65	
Sur		339		200		100	
Oeste		444		265		135	
Moroeste		344		200		100	
Norte		125		75		50	
Noreste		200		120		75	

2) Transmisión sobre resto de ventanas			
	m2	Factor	Frg/h
Resto de ventanas sin protección		45	
Resto de ventanas con protección		23	

3) Paredes			
	m2	Factor	Frg/h
Exteriores		12	
Interiores		8	

4) Techos			
	m2	Factor	Frg/h
a) Uralita chapa u claraboya		200	
b) Exteriores sin aislar		40	
c) Exterior aislado		20	
d) Exterior con cámara de aire		15	
e) Interior (edificación encima)		7	

5) Suelos			
	m2	Factor	Frg/h
Suelo edificado		6	
No edificados		3	

6) Aportación calor sensible			
	Wattios	Factor	Frg/h
a) Electrodomésticos, luces		0,86	
b) Motores		0,06	

7) Ocupación			
	Nº persona	Factor	Frg/h
a) Viviendas y Oficinas		113	
b) Restaurantes y Bares		138	
c) Discotecas		214	

8) Ventilación			
	m3 Local	Factor	Frg/h
a) Viviendas y habitaciones		4	
b) Rtes, bares		160	
c) Locales públicos		120	

SUMA TOTAL Frg/h	
MAYOR/MINOR +.-%	
SUMA TOTAL Frg/h	

Explicación de la Hoja de cargas SIMPLE:

1. Insolación en la ventana más expuesta (fachada principal)

Representa la cantidad de calor que entra en el local por la insolación de las ventanas, y depende de su orientación y si dispone de persianas o toldos.

Protección: si tienen contraventanas, persianas o toldos que eviten el sol.



2. Transmisión en resto de ventanas

Resto de ventanas: es el calor que atraviesa el vidrio por transmisión.

Como no depende de la orientación sumaremos el total de m² de ventanas (descontada la ventana del punto anterior).

3. Paredes: sumar el total de m² de paredes que den al exterior, y al interior (u otro local). Para ello sumar la longitud total de paredes por el alto del local.

4 y 5. Techos y suelos: sumar la superficie total del local, y anotarlo en la casilla de acuerdo con el uso de los locales contiguos.

6. Aparatos: Sumar el total de Watios de los equipos eléctricos existentes, luces, motores, etc., que puedan generar calor en el interior.

7. Ocupantes: Anotar el número de personas calculadas en el local en las condiciones máximas.

8. Ventilación: En el caso de viviendas, calcular el volumen en m³ del local (superficie del suelo por la altura). En el caso de locales, escribir los ocupantes calculados anteriormente.

9. Coeficientes de seguridad

Minoraciones o mayoraciones: es un coeficiente que multiplicado por el total de Watios resultantes del cálculo, aumenta o disminuye el resultado final. Es un factor de seguridad adicional que adoptamos en:

- Local zona o edificios muy calurosos: Factor 1,2.
- Locales con muchas variaciones de ocupación: 1,2.
- Necesidad de gran confort: 1,3.
- Utilización por la tarde: 0,8 o noche: 0,7.

6. CÁLCULO CON HOJA DE CARGA COMPLETA.

La diferencia principal con la hoja de cargas simples es que distingue entre **calor sensible y calor latente**.

También tendremos que introducir los coeficientes de transmisión de paredes, ventanas y techos, tomándolos de las hojas de datos anexas.

También es necesario fijar las condiciones exteriores del lugar donde se ubique la instalación.

En la Tabla siguiente aparecen las condiciones exteriores recomendadas en verano, según la situación y orientación del local.

Ciudad	Condiciones normales Verano		Variación diurna	Condiciones normales Invierno		Vientos dominantes (km/h)	Altitud	Latitud
	Temperatura seca T_e	Humedad relativa Hr		T_e	Días grado acumulados			
Albacete	35	36	18	-7	1377	O 12	686	39° 00
Alicante	36	60	13	—	338	SE 9	30	38° 21
Almería	30	70	8	5	208	OSO 9	65	36° 51
Ávila	30	41	17	-6	2127	NO 11	1.126	40° 39
Badajoz	38	47	17	-1	767	NO 7	186	38° 53
Barcelona	31	68	8	2	656	S 8,5	95	41° 24
Bilbao	30	71	0	0	820	—	32	43° 18
Burgos	30	42	15	-6	2048	SO 8,5	929	42° 20
Cáceres	38	37	14	-1	1003	NO —	459	39° 29
Cádiz	32	55	12	2	227	SE 20	28	36° 28
Castellón	29	60	9	4	452	NO 3	27	39° 59
Ciudad Real	37	56	20	-4	1312	SO 4	628	38° 59
Córdoba	38	33	17	-1	662	SO 5	128	37° 53
Cuenca	33	52	18	-7	828	O —	949	40° 05
Gerona	33	58	10	-3	939	S 5	95	41° 59
Granada	36	49	18	-2	1042	O 4	775	37° 11
Guadalajara	34	37	-4	-4	1469	—	1017	40° 38
Huelva	31	57	14	1	402	SO —	4	37° 16
Huesca	31	72	15	-5	1350	—	488	42° 08
Jaén	36	35	14	0	830	SO 5	586	37° 46
La Coruña	23	63	9	2	827	SO 18	54	43° 22
Las Palmas	24	66	4	15	0	NE 9	6	28° 11
León	28	45	16	-6	2143	NO 8	908	42° 35
Lérida	33	50	14	-5	1226	—	323	41° 41
Logroño	33	59	14	-3	1405	NO —	380	42° 28
Lugo	26	67	14	-2	1771	NE 12	465	43° 00
Madrid	34	43	15	-3	1405	NE 10	667	40° 25
Málaga	28	60	6	2	248	S 7	40	36° 43
Murcia	36	59	14	-1	432	SO —	42	37° 59
Oviedo	26	70	-2	-2	1200	NE —	232	43° 22
Palencia	30	45	16	-6	1781	NE —	734	42° 00
Palma de Mallorca	28	63	6	4	527	—	26	39° 34
Pamplona	32	51	12	-5	1535	N 8	734	42° 00
Pontevedra	27	62	12	0	871	N 12	19	42° 26
Salamanca	34	46	18	-7	1662	O —	803	40° 58
Santander	25	74	7	2	724	O 20	69	43° 28
San Sebastián	22	76	7	-1	913	S 17	181	43° 19
S. Cruz de Tenerife	22	55	8	15	0	N 18	37	28° 28
Segovia	33	35	17	-6	1886	O —	1002	40° 57
Sevilla	40	43	18	1	438	SO —	30	37° 23
Soria	29	45	18	-7	1978	—	1063	41° 46
Tarragona	26	68	7	1	626	S 5	60	41° 07
Teruel	32	—	—	-8	1802	—	915	40° 21
Toledo	34	34	16	-4	158	E 5	540	39° 51
Valencia	32	68	11,4	0	516	O 10	10	39° 29
Valladolid	33	45	13	-5	1709	SO 10	694	41° 39
Vitoria	26	70	13	-4	1560	NE —	542	42° 51
Zamora	32	65	18	-6	1501	O 11	649	41° 30
Zaragoza	34	57	14	-3	1151	NO 15	200	41° 39

Condiciones exteriores del proyecto.

Como **Condiciones Interiores** o **temperatura interior de diseño** (T_i) se pueden tomar los valores de la siguiente tabla, que recoge las condiciones de diseño para la temperatura y humedad relativa del aire interior, según las estaciones del año:

Estación del año	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23 ... 25	45 ... 60
Invierno	21 ... 23	40 ... 50

Dentro de las condiciones de proyecto, también debemos tener en cuenta la **Hora solar**: El cálculo de la carga térmica no es el mismo a diferentes horas del día. Generalmente, se elige como referencia la temperatura que hay a las 15 hora solar. A otras horas habrá que tener en cuenta las correcciones correspondientes, sirva como referencia la siguiente tabla.

CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR				
Variación diaria de la temperatura ΔT (Excursión térmica ET) (°C)	Corrección en °C			
	Hora solar			
	12	14	15	16
5	-2,5	-0,5	0	-0,5
7,5	-3,0	-0,5	0	-0,5
10	-3,0	-0,5	0	-0,5
12,5	-3,0	-0,5	0	-0,5
15	-3,0	-0,5	0	-0,5
17,5	-3,5	-0,5	0	-0,5

EJERCICIO. Supongamos una localidad en la que la temperatura exterior de proyecto sea 34 °C, la excursión térmica diaria de 10 °C y la hora solar de proyecto las 12. ¿Cuál será la temperatura exterior?

6.1. CARGAS SENSIBLES

6.1.1. Cargas térmicas por radiación solar a través de las superficies acristaladas (ventanas, claraboyas o lucernarios).

Para calcular la radiación solar que pasa a través de las ventanas, lucernarios y claraboyas, usaremos la fórmula siguiente:

$$Q = S \times R \times f$$

Q es la carga térmica por radiación solar (kcal/h) o (W)

S es la superficie acristalada (m²)

R es el calor unitario de radiación (kcal/h·m²) o (W/m²)

f es el factor de corrección de la radiación en función del tipo de vidrio, cortinas, toldos, sombras, etc...

Para calcular esta partida, hay que saber la orientación de la ventana y elegir una hora solar de cálculo. Con estos datos se acude a una tabla

como la siguiente y se obtiene la radiación solar unitaria (**R**), en W/m².

Radiación solar según la orientación									
Hora solar	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horizontal
10	50	98	400	466	217	50	50	50	722
11	54	57	183	356	284	72	54	54	794
12	54	54	59	202	309	202	59	54	816
13	54	54	54	72	284	356	183	57	794
14	50	50	50	50	217	466	400	98	722
15	48	44	44	44	133	511	568	249	593
16	44	37	37	37	57	492	647	407	433

TABLA: Radiación solar *R*, en W/m², a través de vidrio ordinario, para 1m² de ventana incluyendo el marco.

Nota. Si la **ventana tiene marco metálico** hay que multiplicar por 1,17 los valores indicados en la tabla anterior.

Nota. Si se utilizan **vidrios especiales o persianas**, hay que aplicar los factores de corrección (**f**) de las tablas siguientes, respectivamente. (

TIPO DE VIDRIO		FACTOR	TIPO DE VIDRIO		FACTOR
Vidrio ordinario simple		1	Vidrio de color	Ambar	0,70
Vidrio de 6 mm		0,94		Rojo oscuro	0,56
Vidrio absorbente, con un % de absorción	40-48%	0,80		Azul oscuro	0,60
	48-56%	0,73		Verde oscuro	0,32
	56-70%	0,62		Verde grisáceo	0,46
Vidrio doble ordinario		0,90		Opalescente claro	0,43
Vidrio triple		0,83		Opalescente oscuro	0,37

Factor de corrección según el tipo de vidrio.

TIPO DE VIDRIO			FACTOR CON PERSIANAS			
			PERSIANA VENECIANA INTERIOR			PERSIANA VENECIANA EXTERIOR
			Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro
Vidrio ordinario simple			0,56	0,65	0,75	0,15
Vidrio de 6 mm			0,56	0,65	0,74	0,14
Vidrio absorbente	Porcentajes de absorción	40-48%	0,56	0,62	0,72	0,12
		48-56%	0,53	0,59	0,62	0,11
		56-70%	0,51	0,54	0,56	0,10
Vidrio doble ordinario			0,54	0,61	0,67	0,14
Vidrio triple			0,48	0,39	0,64	0,12

Factor d de atenuación debido a persianas.

6.1.2. Cargas por transmisión a través de cerramientos opacos (paredes, puertas y techos exteriores)

La transmisión de calor por los paramentos se calcula con la fórmula:

$$Q = K \times S \times DTE$$

Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h) o (W)

K es el coeficiente global de transmisión de calor del muro, por unidad de superficie y por diferencia de temperatura (kcal/h m² °C) o (W/m² °C)

S es la superficie del muro (m²)

DTE es la diferencia de temperaturas, puede estar corregida según la orientación del muro, tipo pared y hora solar.

El valor del **coeficiente de transmisión K** depende de la composición y espesor de las diferentes capas y materiales que componen la pared o el techo. Si no se conoce el valor exacto de este coeficiente, pueden tomarse los siguientes valores de forma cautelara:

	K W/(m ² · K)
Paredes exteriores	1,5 a 1,8
Techos exteriores	1,0 a 1,2
Paredes interiores	1,9 a 2,3
Vidrio ordinario	5,8
Tabique separación	2,3

Si conocemos la composición de las paredes, podemos emplear tablas que nos proporcionan este valor de **K**, dependiendo material con que se construya:

	Tipo	Coef. K
Paredes	Simple de ladrillo 9	3,5
	Bloque hormigón	2
	Ladrillo 12 + cámara + ladrillo 4	1,5
	Ladrillo 12 + cámara + ladrillo 7	1,4
	Ladrillo 12 + aislante 4 cm + ladrillo 4	0,7
Tabiques interiores	Tabique 4	3,5
	Tabique 7	3,1
	Pladur sin aislar	4,6
	Pladur aislado	1,4
Techos	Terraza con catalana	1,7
	Terraza asilada	1,3
	Cubierta de teja sin cámara	1,7
	Cubierta con teja y cámara aire	1,3
	Cubierta con teja aislada	1,4
	Techo chapa sin aislar	8,1
	Techo con chapa aislada	2,3
Suelos	Sobre terreno	1,1
	Forjado 15 bovedilla cerámica	1,4
	Forjado 20 bovedilla cerámica	1,3
	Forjado 20 bovedilla hormigón	1,3
Ventanas	Cristal sencillo 6 mm	6,5
	Cristal doble 6+6	3,4
	Cristal doble con cámara	3
Puertas	Madera ciega	3,5
	Madera y cristal	3,9
	Metálica opaca	5,8
	Metálica y cristal doble	4,6

Valor de **K** (W/m² °C)

Para calcular **DTE**, procederemos en varios pasos:

Diferencia de temperaturas equivalente ΔT_{eq} de muros o paredes:

ORIENTACIÓN DEL MURO	DE (KG/M ²)	HORA SOLAR				
		12	13	14	15	16
NE	100	7,4	6,9	6,4	6,9	7,4
	300	10,8	8,1	5,3	5,8	6,4
	500	8,5	8,1	7,4	6,4	5,3
	700	3	5,3	7,4	8,5	7,4
E	100	17,4	10,8	6,4	6,9	7,4
	300	16,9	10,2	7,4	6,9	6,4
	500	13,1	13,6	13,1	10,8	9,7
	700	5,3	8,1	9,7	10,2	9,7
SE	100	15,2	14,1	13,1	10,2	8,5
	300	15,2	14,1	13,6	11,3	9,7
	500	8,5	9,2	9,7	10,2	9,7
	700	3	5,8	7,4	8,1	8,5
S	100	11,9	14,7	16,4	15,2	14,1
	300	6,4	10,8	13,1	13,6	14,1
	500	1,9	4,1	6,4	8,1	8,5
	700	1,9	1,9	1,9	3,6	5,3
SO	100	3	10,2	14,1	18,6	21,9
	300	0,8	4,2	6,4	13,1	17,5
	500	3	3,6	4,2	6,4	7,4
	700	3	3	3	3,6	4,2
O	100	3	7,4	10,8	17,5	21,9
	300	1,9	3,6	5,3	10,2	14,1
	500	3	3,6	4,2	5,3	6,4
	700	4,2	4,7	5,3	5,3	5,3
NO	100	3	5,3	6,4	10,2	13,1
	300	0,8	3	4,2	5,3	6,4
	500	1,9	1,9	1,9	2,5	3
	700	3	3	3	3	3
N	100	1,9	4,2	5,3	6,4	7,4
	300	-0,3	1,3	3	4,2	5,3
	500	-0,3	0,2	0,8	1,3	1,9
	700	-0,3	-0,3	-0,3	0,2	0,8

DTE de paredes, donde se tiene en cuenta la orientación, DE densidad del cerramiento y hora solar.

Para saber la ΔT_{eq} del techo, se emplea la tabla siguiente. Se necesita saber:

- Si el techo es soleado o en sombra.
- El producto de la densidad por el espesor (DE) del muro.
- La hora solar de proyecto.

	DE (KG/M ²)	HORA SOLAR				
		12	13	14	15	16
Techo soleado	50	8,1	13,1	17,5	20,8	23,6
	100	8,5	12,5	16,4	19,7	22,5
	200	8,5	12,5	15,2	18,1	0,8
	300	8,5	11,9	14,7	16,9	9,2
	400	8,5	11,9	14,1	5,2	17,5
Techo en sombra	100	3	4,7	6,4	6,9	7,4
	200	0,8	2,5	4,2	5,3	6,4
	300	-0,3	0,8	1,9	3	4,2

DTE de techos, donde se tiene en cuenta la orientación, DE densidad del cerramiento y hora solar.

Este valor de ΔT_{eq} obtenido de las tablas anteriores no es el definitivo.

- En la tabla de la página siguiente, en función de la variación o excursión térmica diaria y el salto térmico, se dan unos valores que se sumarán o restarán, según el signo, al valor de la ΔT_{eq} obtenido antes.
- Este nuevo valor es el **definitivo DTE**.

SALTO TÉRMICO	VARIACIÓN TÉRMICA DIARIA												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5	-6	-6,5	-7	-7,5
4	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5	-6	-6,5
5	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5
6	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5
7	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5
8	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5
9	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5
10	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5
11	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5
12	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5
13	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5
14	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5
15	10,5	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5
16	11,5	11	10,5	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5

Corrección DTE, teniendo en cuenta el salto térmico, Δ térmico, y la variación de temperatura.

6.1.3. Cargas por transmisión a través de paredes y techos interiores

La carga térmica por transmisión a través de cerramientos traslucidos no se corrige en función de la orientación. Se obtiene como:

$$Q = K \times S \times \Delta t$$

Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h) o (W)

K es el coeficiente global de transmisión de calor del muro (kcal/h m² °C) o (W/m² °C)

S es la superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas (m²).

Δt es la diferencia de temperaturas entre la cara exterior del cerramiento y la cara interior.

6.1.4. Carga sensible por ventilación e infiltración de aire exterior

La carga térmica sensible por infiltración de aire exterior se determina como sigue:

$$Q_{IN} = 0,29 \times V_i \times \Delta t \text{ (kcal/h)}$$

Donde:

Q es la carga térmica sensible por infiltración (kcal/h) o (W)

V_i es el caudal de aire infiltrado (m³/h)

0,29 es el calor específico del aire en base al volumen

Δt es la diferencia de temperatura entre el ambiente exterior y el interior (°C).

Para el cálculo de aire debido a las puertas se pueden emplear tablas donde figura el caudal en m³/h por puerta y persona (nº medio de personas que hay en el local).

TIPO FR LOCAL	CAUDAL EN M ³ /H POR PERSONA Y PUERTA	
	Sin vestíbulo	Con vestíbulo
Bancos	13,5	10,2
Peluquerías	8,5	6,5
Bares, cafeterías.	12	9
Estancos	51	38
Pequeños comercios	13,6	10,2
Tiendas de confección	4,3	3,2
Farmacias	11,9	9
Habitaciones de hospital	6	4,4
Sala de té	8,5	6,5
Restaurantes	4,3	3,2
Comercio en general	6	4,4

Aire de infiltraciones en m³/h por persona y puerta.

El cálculo del aire procedente de la ventilación, varía en función del tipo de local.

$$Q_v = 0,29 \times f \times V_v \times \Delta t \text{ (kcal/h)}$$

Q es la carga térmica sensible por ventilación (kcal/h) o (W)

V_v es el caudal de aire de ventilación (m³/h)

0,29 es el calor específico del aire en base al volumen

f es el factor by-pass de la batería

Δt es la diferencia de temperatura entre el ambiente exterior y el interior (°C).

6.1.5. Carga sensible por ocupación del local

La carga sensible que ocasionan las personas del local depende del nivel de actividad física, según la tabla siguiente:

ACTIVIDAD REALIZADA	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo. Escuela.	45	45	50	40	55	35	60	30
Sentado trabajo ligero. Instituto.	45	55	50	50	55	45	60	40
Oficinista, actividad ligera.	45	70	50	65	55	60	60	50
Persona de pie. Tienda.	45	70	50	75	55	70	65	60
Persona que pasea. Banco.	45	80	50	75	55	70	65	60
Trabajo sedentario.	50	90	55	85	60	80	70	70
Trabajo ligero taller.	50	140	55	135	60	130	75	115
Persona que camina.	55	160	60	155	70	145	85	130
Persona que baila.	70	185	75	175	85	170	95	155
Persona en trabajo penoso.	115	250	120	250	125	245	130	230

Calor emitido por la persona en kcal/h.

Se calcula con la fórmula:

$$Q = n \times Q_{sp}$$

Siendo:

n es el número de personas.

Q_{sp} es el calor sensible por persona (Kcal/h persona) o [W/persona]

6.1.6. Cargas generadas por la iluminación del local

Se considerará que la potencia integra de la lámpara se transformará en calor sensible; en el caso de las lámparas de descarga o fluorescentes se incrementará el valor obtenido en un 25%.

Lámparas incandescentes:

$$Q = Pot$$

Lámparas de descarga o fluorescentes:

$$Q = 1,25 \times Pot$$

Donde:

Q es la carga térmica por iluminación (kcal/h) o (W).

Pot es la potencia de las lámparas (W).

6.1.7. Cargas generadas por las máquinas presentes en el local

Se considerará que el funcionamiento de las máquinas eléctricas supone una aportación de calor sensible que dependerá de la potencia y del lugar de utilización, por tanto para el cálculo de la carga que se transformará en calor sensible, se considerará:

$$Q = Pot$$

Donde:

Q es la carga térmica por maquinaria (kcal/h) o (W).

Pot es la potencia de las máquinas (W).

Si se desconocen los diversos aparatos existentes, se puede optar por estimar un coeficiente de un 5% de la carga sensible total.

6.2. CARGAS LATENTES

6.2.1. Carga latente por ventilación e infiltración de aire exterior

La carga térmica latente por infiltración de aire exterior se determina como sigue:

$$Q_{IN} = 0,72 \times V_i \times \Delta w \text{ (kcal/h)}$$

Donde:

Q es la carga térmica sensible por infiltración (kcal/h) o (W)

V_i es el caudal de aire infiltrado (m³/h)

0,72 es el producto de la densidad estándar del aire por el calor latente de vaporización del agua

Δw es la diferencia de humedad absoluta entre el ambiente exterior y el interior

Para el cálculo de aire debido a las puertas se pueden emplear tablas donde figura el caudal en m³/h por puerta y persona (nº medio de personas que hay en el local).

El cálculo del aire procedente de la ventilación, varía en función del tipo de local.

$$Q_v = 0,72 \times f \times V_v \times \Delta w \text{ (kcal/h)}$$

Donde:

Q es la carga térmica latente por ventilación de aire (kcal/h) o (W)

V_v es el caudal de aire de ventilación (m³/h)

0,72 es el producto de la densidad estándar del aire por el calor latente de vaporización del agua

f es el factor by-pass de la batería

Δw es la diferencia de humedad absoluta entre el ambiente exterior y el interior

6.2.2. Carga latente por ocupación del local

La carga latente que ocasionan las personas del local depende del nivel de actividad física, según la tabla siguiente:

ACTIVIDAD REALIZADA	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo. Escuela.	45	45	50	40	55	35	60	30
Sentado trabajo ligero. Instituto.	45	55	50	50	55	45	60	40
Oficinista, actividad ligera.	45	70	50	65	55	60	60	50
Persona de pie. Tienda.	45	70	50	75	55	70	65	60
Persona que pasea. Banco.	45	80	50	75	55	70	65	60
Trabajo sedentario.	50	90	55	85	60	80	70	70
Trabajo ligero taller.	50	140	55	135	60	130	75	115
Persona que camina.	55	160	60	155	70	145	85	130
Persona que baila.	70	185	75	175	85	170	95	155
Persona en trabajo penoso.	115	250	120	250	125	245	130	230

Calor emitido por la persona en kcal/h.

Se calcula con la fórmula:

$$Q = n \times Q_{LP}$$

Siendo:

n es el número de personas.

Q_{LP} es el calor latente por persona (Kcal/h persona) o (W/persona)

6.3. CARGA TOTAL

La carga sensible y latente Total será el sumatorio de todos los valores calculados previamente.

Normalmente se considera un coeficiente de seguridad que varía entre un 0% y un 10% en función de la fiabilidad de las estimaciones y para asegurar todas las cargas difíciles de calcular.

Estos cálculos corresponderán con la carga sensible Total y Efectiva (incluye el coeficiente de seguridad)

7. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN (Invierno)

7.1. Método 1

El método para el cálculo de las necesidades de calefacción tiene en cuenta dos cargas térmicas, la carga térmica por transmisión de calor a través de los cerramientos hacia los locales no climatizados o el exterior, y la carga térmica por enfriamiento de los locales por la ventilación e infiltración de aire exterior en los mismos.

7.1.1. Carga térmica por transmisión

La carga térmica por transmisión se determina como sigue:

$$Q = C_o \times C_i \times K \times S \times (t_{\text{interior}} - t_{\text{exterior}})$$

Donde:

Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h)

C_o es el coeficiente de orientación del muro

C_i es el coeficiente de intermitencia de la instalación

K es el coeficiente global de transmisión de calor del muro (kcal/h m² °C)

S es la superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas en m².

t_{interior} la temperatura proyectada en el local calefactado (°C)

t_{exterior} es la temperatura del exterior o local no calefactado

El coeficiente de orientación, en los muros de separación con otros locales o en los cerramientos no verticales, no se tiene en cuenta. Habitualmente se emplean los siguientes valores para los coeficientes de orientación:

Norte : 1,15

Sur : 1,00

Este : 1,10

Oeste : 1,05

Habitualmente se emplea 1,10 como coeficiente de seguridad.

7.1.2. Carga térmica por ventilación o infiltración de aire exterior

La carga térmica por ventilación o infiltración de aire exterior se determina como sigue:

$$Q = V \times N \times 0,29 \times (t_{\text{interior}} - t_{\text{exterior}})$$

Donde:

V es el volumen del local a calefactor (m³)

N es el número de renovaciones horarias (1/h)

t_{interior} la temperatura proyectada en el local calefactado (°C)

t_{exterior} es la temperatura del aire exterior (°C)

El número de renovaciones horarias a utilizar dependerá de la ventilación con la que dotemos al local, como mínimo deberemos emplear una renovación por hora, y en caso de que contemos con



ventilación según DB-HS, el valor vendrá condicionado por la superficie o el caudal de dicha ventilación.

Valores habituales, en caso de no tener otra referencia:

Cocinas y baños : 1,50

Locales con puerta al exterior : 1,20

Resto de los locales : 1,10

7.2. Método 2

Este método permite calcular la carga térmica (Kcal/h o W) al multiplicar la superficie del local (m²) por tres factores, variables en función de las características y situación de la vivienda en que se describen a continuación:

- a) FACTOR A: Este factor varía en función del uso al que se destina la habitabilidad del local, del emplazamiento, etc. (Kcal / h m²)
- b) FACTOR B: Coeficiente corrector, se aplica en base a la temperatura de cálculo en el exterior del edificio a calentar
- c) FACTOR C: factor que regula las necesidades a partir del tipo de construcción basándose en la antigüedad del edificio.

$$Q = \text{Superficie} \times \text{Factor A} \times \text{Factor B} \times \text{Factor C}$$

Calculo del factor A

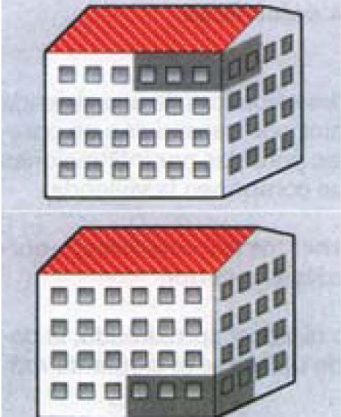
Este factor es un coeficiente en Kcal/h/m² que varía en función del uso al que se destina el local, del emplazamiento del edificio y del régimen de calefacción que se utilice en la edificación.

- **Edificación con calefacción.** Para edificios con calefacción en todas las viviendas y con régimen de funcionamiento a nivel individual.



Factor A	
Comedor y sala de estar	76
Dormitorio	67
Cocina	62
Baño exterior	71
Baño interior	53
Recibidor	53
Pasillo	27

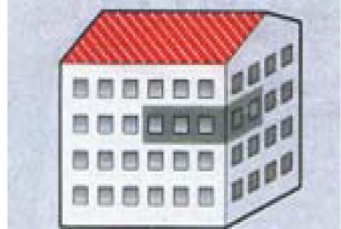
Vivienda situada en una planta intermedia (tabla 9)



Factor A	
Comedor y sala de estar	92
Dormitorio	83
Cocina	78
Baño exterior	87
Baño interior	69
Recibidor	69
Pasillo	43

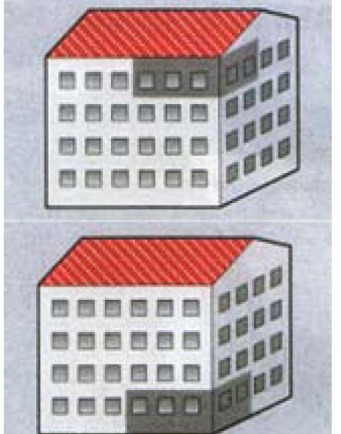
Vivienda situada en una planta baja en contacto con el terreno o en una última planta bajo cubierta (tabla 10)

- **Edificación con calefacción central.** Para edificios con calefacción integral y con régimen de funcionamiento a nivel central.



Factor A	
Comedor y sala de estar	62
Dormitorio	53
Cocina	48
Baño exterior	57
Baño interior	39
Recibidor	39
Pasillo	13

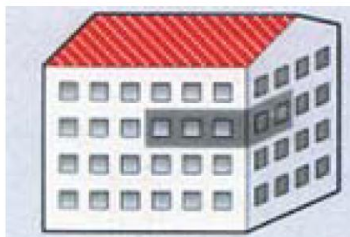
Vivienda situada en una planta intermedia. Planta intermedia de una vivienda unifamiliar con más de dos plantas (tabla 11)



Factor A	
Comedor y sala de estar	78
Dormitorio	69
Cocina	64
Baño exterior	73
Baño interior	55
Recibidor	55
Pasillo	29

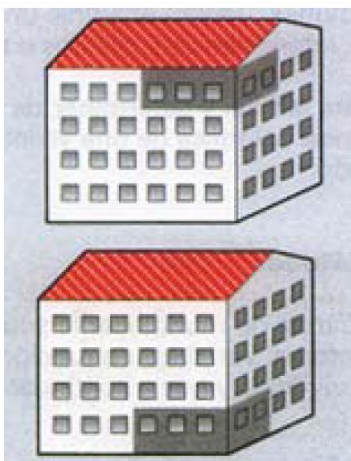
Vivienda situada en una planta baja en contacto con el terreno o en una última planta bajo cubierta. Planta baja y última de una vivienda unifamiliar con más de 1 planta (tabla 12)

- **Edificación sin calefacción.** Para edificios sin calefacción y con régimen de funcionamiento a nivel individual.



Factor A	
Comedor y sala de estar	90
Dormitorio	81
Cocina	76
Baño exterior	85
Baño interior	67
Recibidor	67
Pasillo	41

Vivienda situada en una planta intermedia (tabla 13)



Factor A	
Comedor y sala de estar	92
Dormitorio	83
Cocina	78
Baño exterior	87
Baño interior	69
Recibidor	69
Pasillo	43

Vivienda situada en una planta baja en contacto con el terreno o en una última planta bajo cubierta (tabla 14)



Factor A	
Comedor y sala de estar	95
Dormitorio	86
Cocina	81
Baño exterior	90
Baño interior	72
Recibidor	72
Pasillo	46

Para edificios o viviendas unifamiliares de una sola planta y con régimen de funcionamiento a nivel central (tabla 15)

Orden emisor en el anillo	Factor de corrección Número emisores del anillo			
	4	5	6	7
1º	1,03	1,01	1	0,9
2º	1,10	1,07	1,05	1,04
3º	1,17	1,13	1,10	1,08
4º	1,25	1,19	1,15	1,12
5º	—	1,25	1,20	1,16
6º	—	—	1,25	1,20
7º	—	—	—	1,25

Tabla 19: Factores de corrección para el sistema montubo

Tabla XXI							
Provincia	°C	Provincia	°C	Provincia	°C	Provincia	°C
Álava	-4,0	Castellón	2,0	Las Palmas	12,4	Segovia	-6,0
Albacete	-4,2	Ciudad Real	-4,1	León	-6,0	Sevilla	1,0
Alicante	3,1	Córdoba	-0,8	Lugo	-2,0	Soria	-7,0
Almería	5,0	Cuenca	-7,0	Lleida	-5,0	Tarragona	1,0
Asturias	-0,2	Girona	-3,0	Madrid	-2,3	Tenerife	10,0
Ávila	-6,0	Granada	-2,0	Málaga	3,9	Teruel	-6,7
Badajoz	-1,0	Guadalajara	-4,0	Murcia	-1,0	Toledo	-4,0
Baleares	3,0	Guipúzcoa	-1,0	Navarra	-5,0	Valencia	0,4
Barcelona	1,6	Huelva	1,0	Orense	-3,0	Valladolid	-5,0
Burgos	-6,4	Huesca	-5,0	Palencia	-6,0	Vizcaya	-0,2
Cáceres	1,0	Jaén	0,0	Pontevedra	0,4	Zamora	-6,0
Cádiz	1,5	La Coruña	3,4	Salamanca	-5,7	Zaragoza	-2,9
Cantabria	3,5	La Rioja	-1,2				

Tabla 16: Temperaturas mínimas exteriores por provincias.

Tabla XXII							
+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2
0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10
-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10
1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50

Tabla 17: Factor B dependiente de la temperatura exterior.

Tabla XXIII	
Edificación actual, muy bien aislada (ejemp.: Muros exteriores con aislamiento térmico, cristales con cámara de aire, etc.)	1
Edificación antigua, aislamiento regular (ejemp.: Muros exteriores con cámara de aire, cristal sencillo, etc.)	1,20
Edificación muy antigua, sin aislamiento ni cámara de aire en los muros y cristal sencillo con carpintería deteriorada	1,44

Tabla 18: Factor C dependiente del material de construcción y antigüedad de la edificación.