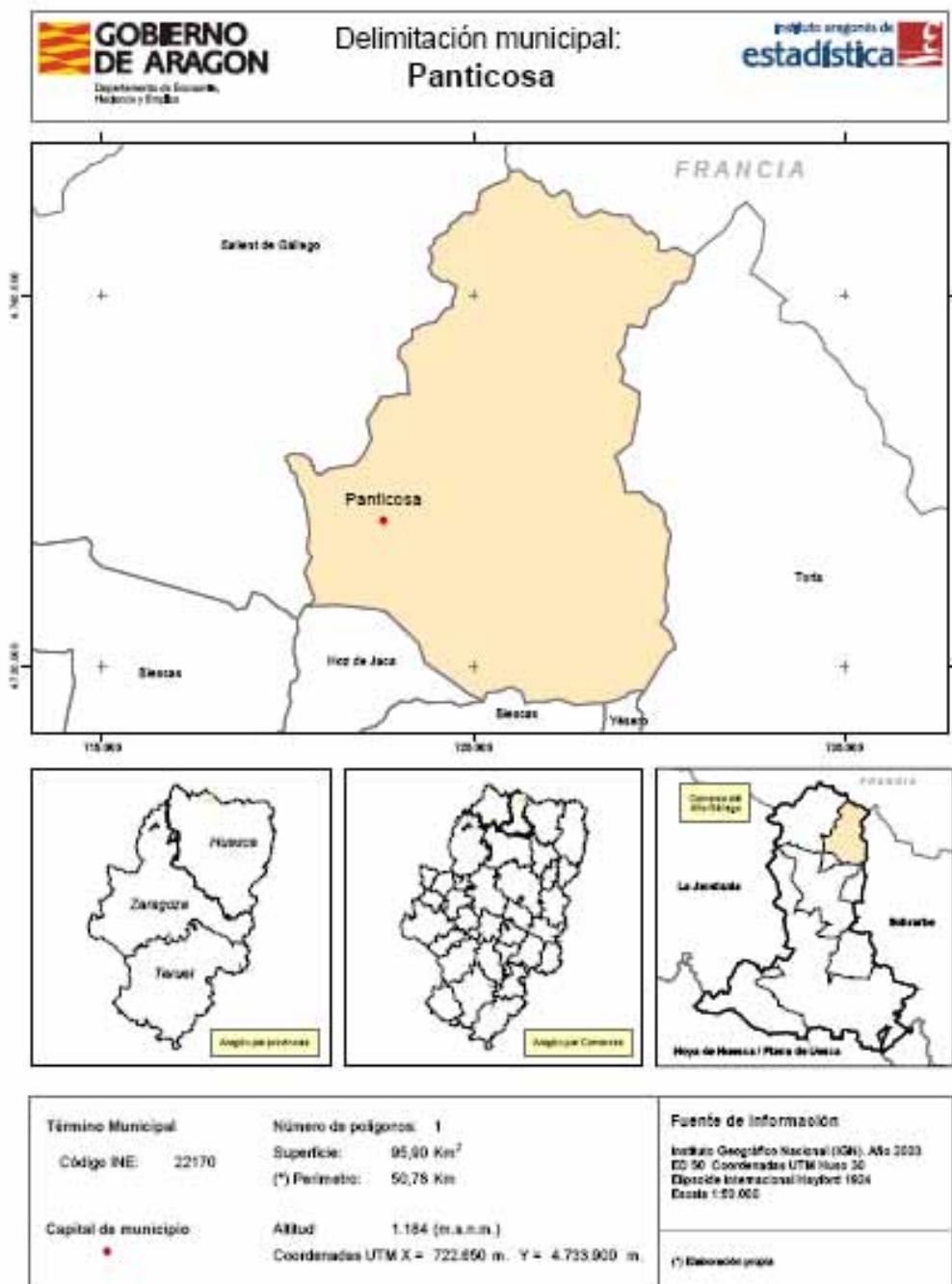


ANEXOS

Anexo 1. Datos Panticosa.....	2
Anexo 2. Características Embalses.....	18
Anexo 3. Documento Básico (CTE-HE1).....	22
Anexo 4. Planos Edificio.....	78
Anexo 5. Cargas Internas.....	82
Anexo 6. Materiales y Cerramientos.....	83
Anexo 7. Caldera de Condensación.....	94
Anexo 8. Caldera de Biomasa.....	97
Anexo 9. Suelo Radiante.....	106
Anexo 10. Sistema de Captación Solar.....	110

ANEXO 1. DATOS PANTICOSA



Nomenclátor**Relación de unidades poblacionales**

Clasificación	Denominación	Población
1.- Municipio	Panticosa	837
2.- Entidad singular	Bajos de Panticosa	34
3.- Núcleo	Bajos de Panticosa	34
4.- Diseminado	"Diseminado"	0
2.- Entidad singular	Panticosa	708
3.- Núcleo	Panticosa	708
4.- Diseminado	"Diseminado"	0
2.- Entidad singular	Pueyo de Jaca (E)	95
3.- Núcleo	Pueyo de Jaca (E)	94
4.- Diseminado	"Diseminado"	1

Fuente: Nomenclátor del Padrón municipal de habitantes, 1-1-2008. INEGI

**Medio ambiente****Indicadores medioambientales**

Indicador	Valor	Indicador	Unidad	Año	Fuente
Clasificación medioambiental					
Zona de clasificación del municipio	Montaña			2006	Ministerio de Agricultura.
Sistema montañoso	Pirineos				
Zonas protegidas					
Lugares de Importancia comunitaria (LIC) ¹	6	Número			Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón.
Extensión de LIC	5.784,4	Hectáreas		2006	
Zonas de especial protección para las aves ¹	1	Número			
Extensión de ZEPA	5.277,9	Hectáreas		2006	
Espacios naturales protegidos (ENP) ¹	1	Número			
Extensión de los ENP	64,7	Hectáreas		2006	
Agua					
Edificios con abastecimiento público de agua corriente	98,0	% edificios		2001	Censo de población y viviendas.
Habitantes equivalentes de la/s estación/es depuradora/s	-	Personas		2006	IAEST.
Superficie regable en relación a la SAI	1,0	% superficie		1999	Censo agrario.
Contaminación y ruido					
Viviendas expuestas a contaminación o malos olores	4,0	% viviendas		2001	
Viviendas expuestas a ruidos exteriores	10,3	% viviendas		2001	
Residuos					
Contenedores de vidrio	21	Número		2007	ECOVIDRIO.
Vidrio doméstico recogido	65.581	Kg		2007	ECOVIDRIO.
Kg de vidrio doméstico recogido por habitante y año	84,5	Kg/hab		2007	ECOVIDRIO, IAEST.
Contenedores de pilas	1	Número		2007	Departamento de Medio Ambiente.
Pilas recogidas	7	Kg		2007	Departamento de Medio Ambiente.
Kg de pilas recogido por habitante y año	0,01	Kg/hab		2007	Departamento de Medio Ambiente.
Contenedores de papel	25	Número		2007	Departamento de Medio Ambiente.
Riesgos naturales					
Incendios forestales, 2007	0	Número		2007	IAEST.
Superficie forestal afectada en Incendios, 2007	0,0	Hectáreas		2007	
Incendios forestales (1995 a 2006)	1	Número		1995-2006	
Superficie forestal afectada en Incendios (1995 a 2006)	0,0	Hectáreas		1995-2006	
Agricultura ecológica					
Superficie total inscrita en agricultura ecológica	0,0	Hectáreas		2007	Comité Aragonés de Agricultura Ecológica.
Superficie calificada en agricultura ecológica	0,0	Hectáreas		2007	
Superficie calificada en reconversión	0,0	Hectáreas		2007	
Superficie calificada en primer año en prácticas	0,0	Hectáreas		2007	

¹La superficie de ENP, LIC o ZEPA puede repartirse entre más de una comarca o provincia.



Panticosa



Indicadores medioambientales

(continuación)

Indicador	Valor	Indicador	Unidad	Año	Fuente
Tipo de combustible usado en viviendas con calefacción					
Gas	12,1	% viviendas		2001	
Electricidad	63,0	% viviendas		2001	
Petróleo o derivados	22,7	% viviendas		2001	
Madera	1,8	% viviendas		2001	
Carbón o derivados	0,0	% viviendas		2001	

Usos del suelo

Usos	Hectáreas	%
Superficies artificiales	41,4	0,4
Zonas agrícolas	403,6	4,2
Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos	8.880,9	92,7
Zonas húmedas	0,0	0,0
Superficies de agua	259,5	2,7

Fuente: CORINE, Land cover 2000. Instituto Geográfico Nacional.

Infraestructuras

Indicador	Valor	Indicador	Unidad	Año	Fuente
Agua					
Estaciones depuradoras de aguas residuales	0	Número		2008	IAEST
Fuentes de agua minero medicinales	9	Número		2006	
Sanidad					
Farmacias	1	Número		2008	IAEST
Cultura					
Bibliotecas					Encuesta de Bibliotecas. INE-IAEST
Central de CCAA	0	Número		2006	
Públicas	0	Número		2006	
No especializadas	0	Número		2006	
Instituciones de enseñanza superior	0	Número		2006	
Especializadas	0	Número		2006	
Sociales					
Servicios sociales de base	0	Número		2007	Guía de Recursos Sociales.
Residencias para mayores	0	nº de residencias		2007	Dpto. de Servicios Sociales y Familia.
Plazas para mayores en residencias	0	nº de plazas		2007	
Plazas concertadas	0	nº de plazas		2007	
Instalaciones deportivas					Censo Nacional de Instalaciones Deportivas.
Áreas de actividad terrestre	1	nº instalaciones		2005	Consejo Superior de Deportes.
Espacios pequeños y no reglamentarios	4	nº instalaciones		2005	
Frontones	1	nº instalaciones		2005	
Piscinas aire libre	5	nº instalaciones		2005	
Pistas de esquí	2	nº instalaciones		2005	
Pistas de tenis	1	nº instalaciones		2005	
Refugios de montaña	1	nº instalaciones		2005	
Rocódromos	1	nº instalaciones		2005	
Salas	1	nº instalaciones		2005	

Vivienda

Viviendas según tipo		Viviendas familiares principales según régimen de tenencia		Viviendas convencionales según superficie útil	
	Viviendas	Régimen	Viviendas	Superficie (m ²)	Viviendas
Total	1.088	En propiedad	202	Hasta 45 m ²	15
Familiares	1.088	En alquiler	35	46-60 m ²	37
Principales	273	Otra forma	36	61-75 m ²	48
Convenional	273			76-90 m ²	55
Alojamientos	0			91-105 m ²	55
No principales	813			106-120 m ²	28
Secundarias	784			121-150 m ²	21
Vacías	26			Más de 150 m ²	14
Otro tipo	3				
Coleativas	0				
		Segunda residencia			
		Porcentaje de hogares que disponen de segunda residencia		22,71%	

Fuente: Censo de población y viviendas, 2001. INE-IAEST.

Licencias municipales de obra

Licencias municipales de obra según tipo. Años 2001 a 2007.

Año	Nueva planta		Rehabilitación en Edificios						Rehabilitación en locales	Demolición total exclusivamente		
	Total	Total	Con demolición previa		Sin demolición	Demolición parcial previa		Sin demolición				
			Total	Con demolición		Total	Con demolición					
2001	Sin información											
2002	Información incompleta											
2003	Información incompleta											
2004	Sin información											
2005	Información incompleta											
2006	Información incompleta											
2007	8	3	0	3	3	3	0	0	0	0		

Edificios, superficie y viviendas según tipo de obra. Años 2001 a 2007.

Año	Edificios de nueva planta			Obras de rehabilitación			Obras de demolición		
	Total	Edificios a construir		Superficie a construir (m ²)	Edificios		Viviendas	Edificios	
		Nº	Residencial		Nº	Residencial		Edificios	Viviendas
2001	Sin información								
2002	Información incompleta								
2003	Información incompleta								
2004	Sin información								
2005	Información incompleta								
2006	Información incompleta								
2007	16	15	0	13.547	13.547	0	104	4	5

Fuente: Estadística de Licencias de Obra. Ministerio de Fomento.

Catastro

Superficies catastrales



Tipo	Hectáreas	%
Urbana	58,5	0,6
Rústica	9.615,2	99,4

Parcelas urbanas



Tipo	Hectáreas	%
Edificadas	33,9	58,0
Solem	24,5	42,0

Suelo urbano

	Valor	%
Año última revisión	1994	
Número de titulares	2.094	
Parcelas urbanas		
Unidades	563	
Superficie	58,5	
Bienes inmuebles	2.866	
Valor catastral (miles de €)		
Total	54.591	
De la construcción	38.729	70,9
Del suelo	15.863	29,1
Propietarios de parcelas edificadas		
Suelo y construcción mismo propietario	330	80,5
Coproiedad	80	19,5
Otras	0	0,0

Parcelas urbanas según superficie

	Solem	Parcelas edificadas
Menos de 100 m ²	17	177
De 100 a 500 m ²	44	147
De 500 a 1.000 m ²	20	31
De 1.000 a 10.000 m ²	71	53
Más de 10.000 m ²	1	2

Antigüedad de los edificios

Año de construcción	Edificios	%
< 1950	222	7,8
1950-1960	12	0,4
1960-1970	14	0,5
1970-1980	252	8,8
1980-1990	470	16,5
1990-2000	987	34,6
>= 2000	836	29,3
Sin definir	56	2,0

Unidades urbanas según uso

	Nº unidades	Valor total (miles de €)
Residencial	1.429	38.864
Otros usos	1.427	14.124
Almacén, Estac.	877	3.788
Comercial	38	1.163
Cultural	1	-
Ocio, Hostelería	19	5.415
Industrial	328	2.003
Deportivo	2	-
Suelo vacante	158	1.756
Oficinas	2	-
Edif. Singular	0	0
Religioso	0	0
Espectáculos	1	-
Sanidad, Benefic.	1	-

Suelo rústico

Año última revisión	2003
Número de titulares	223
Número de parcelas	1.565
Número de subparcelas	2.183
Superficie total (hectáreas)	9.615,2
Valor catastral (miles de euros)	865

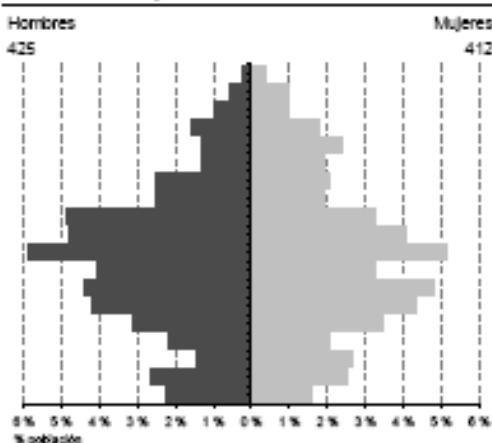
Fuente: Ministerio de Economía. Dirección General del Catastro. Año 2008.

Impuesto de Bienes Inmuebles (I.B.I.). Año 2007

	Urbana	Rústica
Número de recibos	2.481	55
Base imponible (miles de euros)	49.599	106
Base liquidable (miles de euros)	49.599	106
Cuota íntegra (euros)	265.357	478
Cuota líquida (euros)	264.093	466

Población y hogares

Estructura de población



Indicadores demográficos	Municipio	Aragón
Población de 65 y más años	14,3%	19,8%
Edad media	40,7	42,9
Tasa global de dependencia	37,7	48,9
Tasa de feminidad	96,9	99,7
Extranjeros	10,3%	11,7%

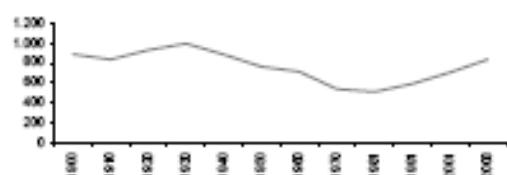
Pob. 65 y más: $(\text{Pob. } \geq 65 / \text{Pob. Total}) \times 100$
 TG. dependencia: $(\text{Pob. } \geq 14 + \text{Pob. } \geq 65 / \text{Pob. de 15 a 64}) \times 100$
 Feminidad: $(\text{Pob. Total mujeres} / \text{Pob. Total hombres}) \times 100$
 Extranjeros: $(\text{Pob. Extranjeros} / \text{Pob. Total}) \times 100$

Fuente: Padrón municipal de habitantes a 1-1-2008. INE-IAEST.

Evolución de la población

Año	Población
1991	599
2001	705
2005	731
2006	740
2007	776
2008	837

Fuente: Censo de población de 1990 a 2001. Padrón municipal de habitantes de 2004 a 2008. INE-IAEST.



Extranjeros según nacionalidad.

	Extranjeros	%	Nacionalidades más frecuentes
Total	88	100,0	
Europa	73	84,8	Portugal 22
UE27	73	84,9	Polonia 19
Resto de Europa	0	0,0	Rumanía 12
América	13	15,1	Colombia 8
América del Norte	0	0,0	Francia 6
Iberoamérica	13	15,1	
Africa	0	0,0	
Magreb	0	0,0	
Resto de África	0	0,0	
Asia	0	0,0	
Oceania	0	0,0	
Apolíndas, no consta	0	0,0	

Fuente: Padrón municipal de habitantes a 1-1-2008. INE-IAEST.

Estructura de los hogares

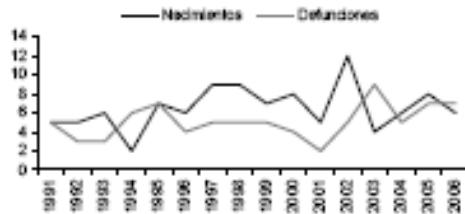
	Hogares
Total	273
Un adulto	82
Una mujer de 16 a 64 años	16
Un hombre de 16 a 64 años	39
Una mujer de 65 o más años	11
Un hombre de 65 o más años	8
Una mujer adulta con uno o más menores	6
Un hombre adulto con uno o más menores	2
Dos adultos	112
Dos adultos de 16 a 64 años, sin menores	42
Uno al menos de 65 años o más, sin menores	25
Dos adultos y un menor	24
Dos adultos y dos menores	16
Dos adultos y tres o más menores	5
Tres adultos	43
Dos adultos de 35 años o más, uno de 16 a 34 años, sin menores	16
Dos adultos de 35 años o más, uno de 16 a 34 años y un menor	9
Dos adultos de 35 años o más, uno de 16 a 34 años y dos o más menores	1
Otro hogar de tres adultos, con o sin menores	17
Cuatro adultos	21
Dos adultos de 35 años o más, dos de 16 a 34 años, sin menores	11
Dos adultos de 35 años o más, dos de 16 a 34 años y un menor	1
Dos adultos de 35 años o más, dos de 16 a 34 años y dos o más menores	0
Otro hogar de cuatro adultos, con o sin menores	9
Cinco o más adultos	16
Cinco o más adultos, con o sin menores	15

Fuente: Censos de población y viviendas, 2001. INE-IAEST.

Movimiento natural de la población

Evolución

	1991	1996	2001	2005
Nacimientos	5	6	5	6
Defunciones	5	4	2	7
Crecimiento vegetativo	0	2	3	-1
Matrimonios	6	4	6	4
Inmigraciones	22	28	27	59
Emigraciones	4	5	33	31
Saldo migratorio	18	23	-6	28



Tasas

Promedios quinqueniales

	Municipio			Aragón		
	1992-1996	1997-2001	2002-2006	1992-1996	1997-2001	2002-2006
Tasa bruta de natalidad (%)	8,4	11,2	9,6	8,1	8,1	9,0
Tasa bruta de mortalidad (%)	7,5	6,2	8,8	10,2	10,7	10,6
Tasa bruta de nupcialidad (%)	6,5	5,6	3,2	4,7	4,8	4,6

Fuente: Movimiento natural de población. INE-IAEST.

Tasa bruta de natalidad = Número de nacimientos por cada mil habitantes.

Tasa bruta de mortalidad = Número de muertes por cada mil habitantes.

Tasa bruta de nupcialidad = Número de matrimonios por cada mil habitantes.

Movilidad

Trabajadores y estudiantes, según lugar de trabajo o estudio.

Descripción	Trabajadores		Estudiantes	
	Personas	%	Personas	%
Total	288	100,0	47	100,0
En su propio domicilio	23	8,0	4	8,5
En varios municipios (viajante, conductor,)	26	9,0	1	2,1
En el mismo municipio en que reside	167	57,8	2	4,3
En otro municipio	73	25,3	40	85,1
En otro país	0	0,0	0	0,0

Trabajadores. Principales destinos.

Municipio destino	Personas
Zaragoza	23
Salent de Gállego	20
Sabiñánigo	9
Jaca	6
Huesca	5
Almunia de Doña Godina (La)	2
Madrid	2
Anso-Sobrarbe	1

Estudiantes. Principales destinos.

Municipio destino	Personas
Zaragoza	15
Sabiñánigo	7
Huesca	6
Valle de Lierp	4
Pamplona/Iruña	3
Madrid	2
Santander	2
Jaca	1

Fuente: Censos de población y viviendas. 2001.

Enseñanza no universitaria

Curso 2007-2008 por titulación				Alumnado extranjero por curso					
	Total	Pública	Privada		03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
Centros	1	1	0	% de alumnado extranjero sobre total de alumnos	-	-	0,0%	0,0%	0,0%
Profesores	4	4	0						
Alumnos	33	33	0						

Tiene también un aula perteneciente al C.R.A. Alto Gállego situado en Biescas

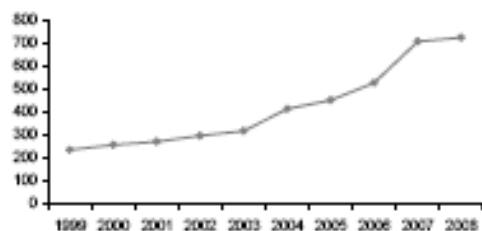
Fuente: Estadística de la enseñanza no universitaria. IAEEST.

Mercado de trabajo

	Afiliados a la Seguridad Social										Unidad: Media anual	
	2004		2005		2006		2007		2008			
	Afiliados	%	Afiliados	%	Afiliados	%	Afiliados	%	Afiliados	%		
Total	413	100,0	461	100,0	628	100,0	704	100,0	721	100,0		
Agricultura	7	1,7	8	1,8	10	1,6	9	1,3	10	1,4		
Construcción	43	10,4	46	10,2	45	8,6	41	5,8	43	6,0		
Industria	7	1,7	7	1,6	9	1,7	10	1,4	9	1,3		
Servicios	356	86,2	390	86,5	452	87,8	544	91,4	659	91,4		
Sin clasificar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0		

Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social. Explicación: Instituto Aragonés de Estadística (IAEEST).

Evolución del número total de afiliados a la Seguridad Social.



Afiliados a nivel división de CNAE-93. Año 2008

Unidad: Media anual

Código	Descripción	Afiliados
01	Agricultura, ganadería, caza y actividades de los servicios relacionados con las mismas	10
02	Silvicultura, explotación forestal y actividades de los servicios relacionados con las mismas	0
05	Pesca, acuicultura y actividades de los servicios relacionados con las mismas	0
10	Extracción y aglomeración de antracita, hulla, lignito y turba	0
11	Extracción de crudos de petróleo y gas natural; actividades de los servicios relacionados con las explotaciones petrolíferas y de gas, excepto actividades de prospección	0
12	Extracción de minerales de uranio y torio	0
13	Extracción de minerales metálicos	0
14	Extracción de minerales no metálicos ni energéticos	0
15	Industria de productos alimenticios y bebidas	8
16	Industria del tabaco	0
17	Industria textil	0
18	Industria de la confección y de la pielera	0
19	Preparación, curtido y acabado del cuero; fabricación de artículos de maquinaria y viaje; artículos de guarnición	0
20	Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	0
21	Industria del papel	0
22	Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	0
23	Coquerías, refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	0
24	Industria química	0
25	Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	0
26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0
27	Metalurgia	0
28	Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	0
29	Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	0
30	Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos	0
31	Fabricación de maquinaria y material eléctrico	0
32	Fabricación de material electrónico; fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	0
33	Fabricación de equipo e instrumentos médico-quirúrgicos, de precisión, óptica y relojería	0
34	Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	0
35	Fabricación de otro material de transporte	0
36	Fabricación de muebles; otras industrias manufactureras	0
37	Reciclaje	0
40	Producción y distribución de energía eléctrica, gas, vapor y agua caliente	1
41	Captación, depuración y distribución de agua	0
45	Construcción	43
50	Venta, mantenimiento y reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores; venta al por menor de combustible para vehículos de motor	1
51	Comercio al por mayor e intermediarios del comercio, excepto de vehículos de motor y motocicletas	2
52	Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores; reparación de efectos personales y enseres domésticos	28
55	Hostelería	493
60	Transporte terrestre, transporte por tuberías	1
61	Transporte marítimo, de cabotaje y por vías de navegación interiores	0
62	Transporte aéreo y espacial	0
63	Actividades anexas a los transportes; actividades de agencias de viajes	2
64	Comercio y telecomunicaciones	0
65	Intermediación financiera, excepto seguros y planes de pensiones	0
66	Seguros y planes de pensiones, excepto seguridad social obligatoria	0
67	Actividades auxiliares a la intermediación financiera	0
70	Actividades inmobiliarias	3
71	Alquiler de maquinaria y equipo sin operario, de efectos personales y enseres domésticos	2
72	Actividades informáticas	0
73	Investigación y desarrollo	0
74	Otras actividades empresariales	4
75	Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	15
80	Educación	6
85	Actividades sanitarias y veterinarias, servicio social	4
90	Actividades de saneamiento público	0
91	Actividades asistencia	1
92	Actividades recreativas, culturales y deportivas	80
93	Actividades diversas de servicios personales	9
95	Hogares que emplean personal doméstico	7
99	Organismos extraterritoriales	0

Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social. Estructura: Instituto Aragonés de Estadística (IAEST).

Paro registrado

Unidad: media anual

Distribución según sector de actividad. Año 2008.



■ Agricultura	0,0%
■ Industria	6,0%
■ Construcción	13,3%
■ Servicios	80,1%
□ Sin empleo anterior	0,6%

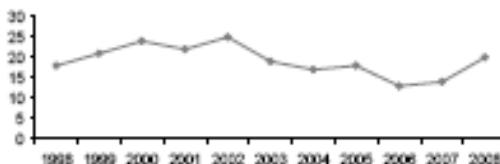
Distribución del paro registrado por sexo y edad. Año 2008.

■ Hombres	10
■ Mujeres	11

52,4%



Evolución del paro registrado medio anual



Fuente: Instituto Aragonés de Empleo. Explotación: Instituto Aragonés de Estadística

Economía
Agricultura
Explotaciones

Número de explotaciones	29
% explotaciones cuyo titular es persona física	82,8%
Explotación según superficie	Número
Nº explotaciones sin tierras	1
Nº explotaciones de menos de 5 has.	10
Nº explotaciones de 5 a 50 has.	12
Nº explotaciones de 50 has o más	6

Superficie agrícola utilizada (SAU)

SAU (hectáreas)	6.741,5
% de SAU sobre superficie total del municipio	70,3%
Superficie agrícola según tipo de riego	Hectáreas
Superficie regada	68,6
Superficie regada por aspersión	3,8
Superficie regada por riego localizado	0,8
Superficie regada por gravedad	63,9
Superficie regada por otros métodos	0,0

Unidades ganaderas

Nº de unidades ganaderas	Número
Nº de cabezas de ganado Bovino	895
Nº de cabezas de ganado Ovino	1.238
Nº de cabezas de ganado Caprino	305
Nº de cabezas de ganado Porcino	0
Nº de cabezas de ganado Equino	2
Miles de aves	0,0
Nº de cabezas de Conejas madres	201

Usos de la tierra (has.)	Total	Secano	Regadio
Cultivos herbáceos	73,1	4,9	68,2
Cultivos frutales	0,0	0,0	0,0
Cultivo olivar	0,4	0,0	0,4
Cultivo viñedo	0,0	0,0	0,0
Otros cultivos	0,0	0,0	0,0

Fuente: Censo agrario, 1999. INE-IAEST.

Oferta turística

	Establecimientos	Plazas
Hoteles, hostales y similares	10	488
Viviendas de turismo rural	0	0
Alojamiento Alde libre ¹	0	0
Apartamentos turísticos	2	0

Establecimientos de entidades financieras

Establecimientos	Número
Total oficinas	2
Bancos	0
Cajas de ahorro	1
Cooperativa de crédito	1

Ratios

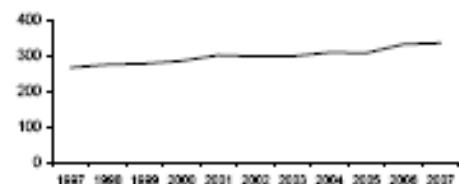
Habitantes por oficina	388
Oficinas por km ²	0,02

 Fuente: IAEST según Centro de Cooperación Interbancaria.
 Oficinas a diciembre de 2006.

Parque de vehículos. Año 2007

	Vehículos
Total	671
Turismos	335
Motocicletas	29
Camiones y furgonetas	177
Autobuses	1
Tractores Industriales	1
Otros vehículos	24
Ciclomotores	4

Evolución de turismos



Fuente: Dirección General de Tráfico.

Resultados electorales

Elecciones municipales, 2007.

Participación	Votos	%	
Electores	645		
Votantes	516	80,0%	
Abstenciones	129	20,0%	
Votos blancos	20		
Votos nulos	8		

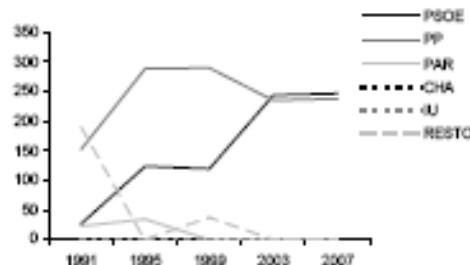
Candidaturas	Votos	%	Concejales
PSOE	249	51,0%	4
PP	239	49,0%	3

Elecciones a Cortes de Aragón, 2007.

Participación	Votos	%
Electores	609	
Votantes	501	82,3%
Abstenciones	108	17,7%
Votos blancos	22	
Votos nulos	1	

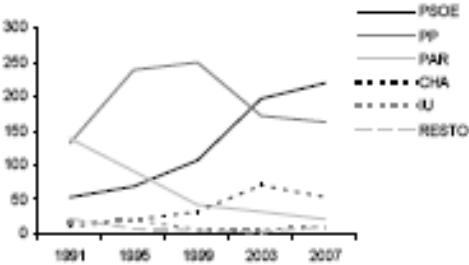
Candidaturas	Votos	%
PSOE	220	46,0%
PP	163	34,1%
CHA	53	11,1%
PAR	21	4,4%
IU	11	2,3%
LV-FIA	6	1,3%
PPV	4	0,8%

Evolución votos a candidaturas. Elecciones municipales.



Fuente: Ministerio del Interior.

Evolución votos a candidaturas. Elecciones a Cortes de Aragón.



Fuente: Gobierno de Aragón.

Elecciones al congreso de los diputados, 2008.

Participación	Votos	%
Electores	623	
Votantes	480	77,0%
Abstenciones	143	23,0%
Votos blancos	12	
Votos nulos	0	

Candidaturas	Votos	%
PSOE	205	43,8%
PP	196	41,9%
PAR	16	3,4%
CHA	14	3,0%
IU	21	4,5%
UPyD	9	1,9%
Resto	7	1,5%

Fuente: Ministerio del Interior.

Finanzas públicas locales
Presupuestos municipales.
Ingresos (€)

	2005	2006	2007
Total ingresos	3.613.081	3.809.540	4.149.807
Impuestos directos	445.126	451.600	548.600
Impuestos indirectos	1.075.101	1.122.998	1.278.000
Tasas y otros ingresos	1.353.356	1.252.586	1.616.800
Transferencias corrientes	249.600	326.706	337.711
Ingresos patrimoniales	173.603	328.362	139.130
Enajenación inversiones reales	0	0	0
Transferencias de capital	216.305	327.288	229.386
Activos financieros	0	0	0
Pasivos financieros	0	0	0

Presupuestos liquidados.
Ingresos (€)

	2004	2005	2006
Total ingresos	1.672.610	3.278.138	3.583.872
Impuestos directos	391.500	364.278	388.897
Impuestos indirectos	228.346	781.723	1.222.784
Tasas y otros ingresos	476.264	1.475.861	1.353.738
Transferencias corrientes	256.986	269.819	316.433
Ingresos patrimoniales	162.486	166.796	101.692
Enajenación inversiones reales	0	0	0
Transferencias de capital	67.006	218.655	210.429
Activos financieros	0	0	0
Pasivos financieros	0	0	0

Presupuestos municipales.
Gastos. Clasificación económica por capítulos (€)

	2005	2006	2007
Total gastos	3.613.081	3.809.540	4.149.807
Gastos de personal	369.892	409.889	543.546
Gastos en bienes corrientes y servicios	493.201	603.515	694.112
Gastos financieros	950	371	1
Transferencias corrientes	25.470	45.570	66.700
Inversiones reales	2.605.547	2.732.165	2.845.247
Transferencias de capital	0	0	0
Activos financieros	0	0	0
Pasivos financieros	18.031	18.030	1

Presupuestos liquidados.
Gastos. Clasificación económica por capítulos (€)

	2004	2005	2006
Total gastos	1.862.610	2.688.718	6.623.803
Gastos de personal	344.260	386.911	465.156
Gastos en bienes corrientes y servicios	637.882	608.118	752.906
Gastos financieros	1.616	947	372
Transferencias corrientes	25.834	30.565	62.114
Inversiones reales	918.874	1.554.146	4.225.025
Transferencias de capital	0	0	0
Activos financieros	0	0	0
Pasivos financieros	24.040	18.030	18.030

Presupuestos municipales.
Gastos. Clasificación funcional (€)

	2005	2006	2007
Total gastos	3.613.081	3.809.540	4.149.807
Servicios de Carácter General	582.133	724.207	955.758
Protección Civil y Seguridad Ciudadana	0	0	8.000
Seguridad, Protección y Promoción Social	115.100	94.925	98.600
Producción de Bienes Públicos de Carácter Social	0	0	0
Producción de Bienes de Carácter Económico	2.701.547	2.857.165	3.051.347
Regulación económica de carácter general	95.330	114.842	36.000
Regulación Económica de Sectores Productivos	0	0	0
Transferencias a Administraciones Públicas	0	0	0
Deuda Pública	18.981	18.401	2

Presupuestos liquidados.
Gastos. Clasificación funcional (€)

	2004	2005	2006
Total gastos	1.862.610	2.688.718	6.623.803
Servicios de Carácter General	670.953	700.981	833.517
Protección Civil y Seguridad Ciudadana	3.181	6.774	7.693
Seguridad, Protección y Promoción Social	83.410	88.381	139.818
Producción de Bienes Públicos de Carácter Social	0	0	0
Producción de Bienes de Carácter Económico	1.084.087	1.701.803	4.371.583
Regulación económica de carácter general	85.220	81.800	152.580
Regulación Económica de Sectores Productivos	0	0	0
Transferencias a Administraciones Públicas	0	0	0
Deuda Pública	25.659	18.977	18.402

Fuente: Ministerio de Economía y Hacienda. Dirección General de Coordinación Financiera.

ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS EMBALSES

2.1 EMBALSE DE LANUZA

El Pantano de Lanuza es un embalse español situado en Valle de Tena (Huesca). Recoge las aguas del río Gállego, afluente del Ebro, además de las de otros pequeños arroyos y torrentes descendientes de las montañas aledañas. Su presa fue inaugurada en 1980 y permite embalsar una capacidad total de 16,86 hm³ de agua.

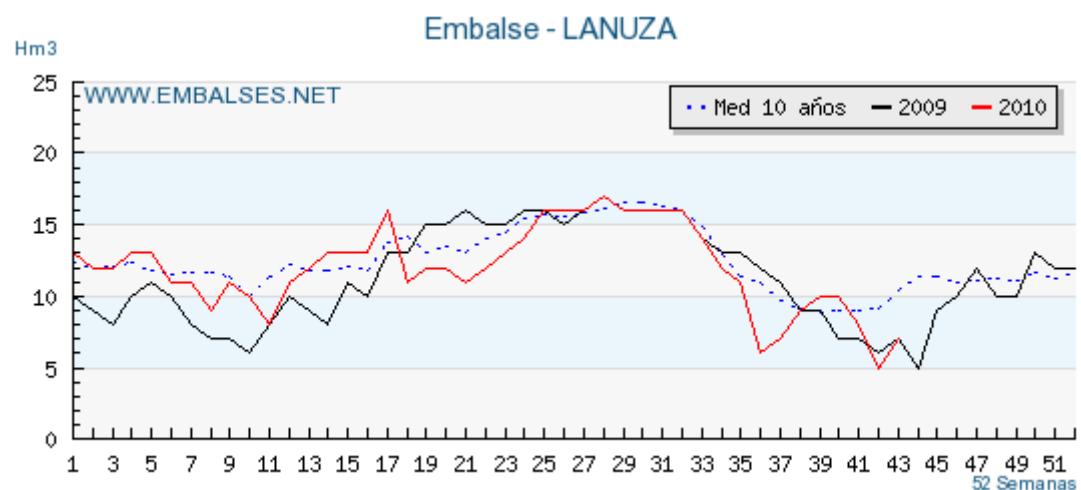
Con su construcción quedaron anegadas 114 hectáreas de terreno dedicadas principalmente a pastos, además de una parte del núcleo urbano de Lanuza, localidad que dio nombre al embalse y que quedaría completamente deshabitada en 1978 hasta el año 2007, año en el que se decidió rehabilitar de nuevo el pueblo Lanuza.



DATOS:

<u>País</u>	España
<u>Provincia</u>	Huesca
<u>Municipio</u>	Sallent de Gállego y Lanuza
<u>Características del embalse</u>	
<u>Cuenca hidrográfica</u>	Río Ebro
<u>Curso de agua</u>	Río Gállego
<u>Año de construcción</u>	1978
<u>Tipo de pantano</u>	Bóveda
<u>Superficie</u>	116 km ²
<u>Altitud</u>	1286 m
<u>Profundidad</u>	69,60 m
<u>Capacidad total</u>	16,86 hm ³
<u>Tipo</u>	Embalse

EVOLUCIÓN DEL CAUDAL:



2.2 EMBALSE DE BÚBAL

El **Pantano de Búbal** es un embalse español situado en el Valle de Tena (Huesca). Recoge las aguas del río Gállego, afluente del río Ebro, además de las de otros pequeños arroyos y torrentes descendientes de las montañas aledañas, como el Calderés o el Lana Mayor. Su presa fue inaugurada en 1971 y permite embalsar una capacidad total de 64,26 hm³ de agua.

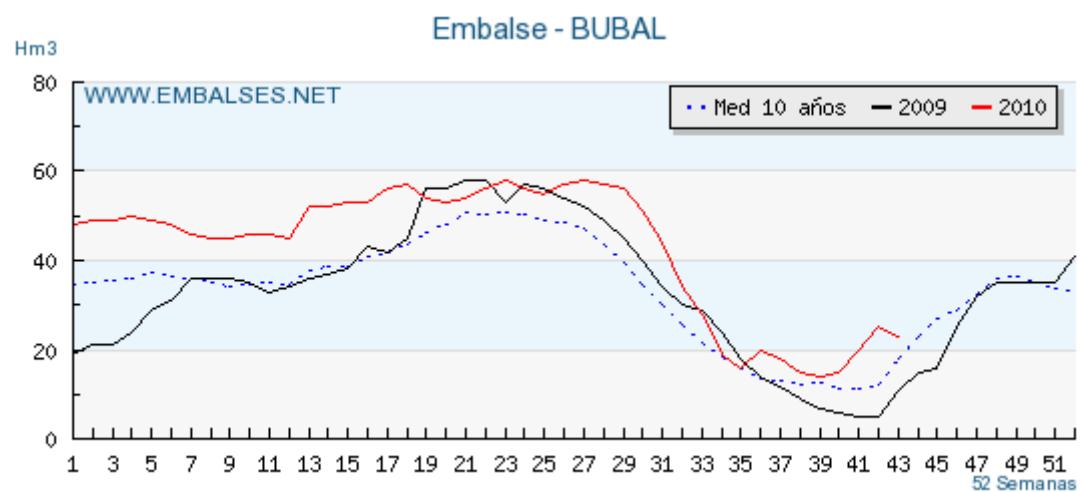


Con su construcción quedaron anegadas 234 hectáreas de terreno dedicadas principalmente a pastos, además de una parte del núcleo urbano de Búbal, localidad que dio nombre al embalse. Otras poblaciones, como Saqués y Polituara, fueron expropiadas por completo debido a la proximidad del embalse y están actualmente deshabitadas.

DATOS:

<u>País</u>	España
<u>Provincia</u>	Huesca
<u>Municipio</u>	Hoz de Jaca, Biescas
<u>Características del embalse</u>	
<u>Curso de agua</u>	Río Gállego
<u>Cuenca hidrográfica</u>	Río Ebro
<u>Puesta en uso</u>	1971
<u>Tipo de Pantano</u>	Gravedad
<u>Superficie</u>	305 km ²
<u>Capacidad</u>	64,26 hm ³
<u>Cota agua</u>	1 085 m
<u>Profundidad</u>	78 m

EVOLUCIÓN DEL CAUDAL:



ANEXO 3. DOCUMENTO BASICO (CTE-HE1)

Sección HE 1

Limitación de demanda energética

1 Generalidades

1.1. Ámbito de aplicación

- 1 Esta Sección es de aplicación en:
 - a) edificios de nueva construcción;
 - b) modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.
- 2 Se excluyen del campo de aplicación:
 - a) aquellas edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas;
 - b) edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiere alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto;
 - c) edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas;
 - d) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
 - e) instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales;
 - f) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².

1.2 Procedimiento de verificación

- 1 Para la correcta aplicación de esta Sección deben realizarse las verificaciones siguientes:
 - a) en el proyecto se optará por uno de los dos procedimientos alternativos de comprobación siguientes:
 - I) opción simplificada, basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2 y a obras de rehabilitación de edificios existentes;
 - II) opción general, basada en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción. Esta opción podrá aplicarse a todos los edificios que cumplan los requisitos especificados en 3.3.1.2.
 - En ambas opciones se limita la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos y se limitan las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire, para unas condiciones normales de utilización de los edificios.
 - b) durante la construcción de los edificios se comprobarán las indicaciones descritas en el apartado 5.

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

2.1 Demanda energética

- 1 La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1, y de la carga interna en sus espacios según el apartado 3.1.2.
- 2 La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2.
- 3 Los parámetros característicos que definen la envolvente térmica se agrupan en los siguientes tipos:
 - a) transmitancia térmica de muros de fachada U_M ;
 - b) transmitancia térmica de cubiertas U_C ;
 - c) transmitancia térmica de suelos U_S ;
 - d) transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno U_T ;
 - e) transmitancia térmica de huecos U_H ;
 - f) factor solar modificado de huecos F_H ;
 - g) factor solar modificado de lucernarios F_L ;
 - h) transmitancia térmica de medianerías U_M .
- 4 Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en $\text{W/m}^2\text{K}$

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ¹¹¹ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,96	0,88	0,74
Suelos ¹¹²	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62
Cubiertas ¹¹³	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

¹¹¹ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

¹¹² Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

¹¹³ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

- 5 En edificios de viviendas, las particiones interiores que limitan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA A3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{\text{Min}}: 0,94 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{\text{SMin}}: 0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{\text{CMin}}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{\text{Um}}: 0,29$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{HMin} $\text{W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{HMin}					
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	4,7 (5,8)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	4,1 (4,6)	5,5 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,80	-	-
de 31 a 40	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	5,7	-	-	-	0,46	-	0,51
de 41 a 50	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	5,7	0,57	-	0,80	0,41	0,57	0,44
de 51 a 60	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	5,7	0,50	-	0,54	0,38	0,51	0,39

ZONA CLIMÁTICA A4

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{\text{Min}}: 0,94 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{\text{SMin}}: 0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{\text{CMin}}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{\text{Um}}: 0,29$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{HMin} $\text{W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{HMin}					
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	4,7 (5,8)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	0,58	-	0,57
de 21 a 30	4,1 (4,6)	5,5 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,45	0,50	0,44
de 31 a 40	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	5,7	0,57	-	0,58	0,35	0,49	0,37
de 41 a 50	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	5,7	0,47	-	0,48	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	5,7	0,40	0,65	0,42	0,30	0,42	0,32

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,67 $\text{W/m}^2\text{K}$ se podrá tomar el valor de U_{Hm} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas A3 y A4.

ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{lim} = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{lim} = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{lim} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{lim} = 0,30$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{lim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{lim}			
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,8 (5,7)	5,8 (5,7)	-	-	0,57	-
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,50
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,8 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,48	-	0,52	0,43

ZONA CLIMÁTICA B4

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{lim} = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{lim} = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{lim} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{lim} = 0,28$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{lim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{lim}			
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,8 (5,7)	5,8 (5,7)	0,55	-	0,58	0,44
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,45	-	0,48	0,34
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,8 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,39	0,55	0,41	0,29

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{mf} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,58 $\text{W/m}^2\text{K}$ se podrá tomar el valor de U_{mf} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas B3 y B4.

ZONA CLIMÁTICA C1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{M\text{lim}}: 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{S\text{lim}}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{C\text{lim}}: 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{\text{sun}}: 0,37$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{\text{lim}} \text{ W/m}^2\text{K}$						Factor solar modificado límite de huecos F_{lim}					
	Carga interna baja			Carga interna alta			Carga interna baja			Carga interna alta		
N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,58	-	0,60	-	-
de 41 a 50	2,4 (2,5)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	-	-	-	0,47	-	0,52	-	-
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	-	-	-	0,42	-	0,46	-	-

ZONA CLIMÁTICA C2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{M\text{lim}}: 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{S\text{lim}}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{C\text{lim}}: 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{\text{sun}}: 0,32$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{\text{lim}} \text{ W/m}^2\text{K}$						Factor solar modificado límite de huecos F_{lim}					
	Carga interna baja			Carga interna alta			Carga interna baja			Carga interna alta		
N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,60	-	0,62	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,47	-	0,51	-	-
de 41 a 50	2,4 (2,5)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,99	-	-	0,40	0,58	0,43	-	-
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,91	-	0,58	0,36	0,52	0,38	-	-

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada $U_{M\text{av}}$, definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,52 $\text{W/m}^2\text{K}$ se podrá tomar el valor de $U_{M\text{av}}$ indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C1, C2, C3 y C4.

ZONA CLIMÁTICA C3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{\text{lim}}: 0,73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{\text{lim}}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{\text{lim}}: 0,41 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{\text{lim}}: 0,28$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{\text{lim}} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{lim}					
	N	E10	S	SE/SD	E10	S	SE/SD	E10	S	SE/SD
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,6)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,56	-	0,56
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,48	-	0,46
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,8 (3,8)	3,8 (3,8)	0,51	-	0,54	0,36	0,52	0,39
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,43	-	0,47	0,31	0,46	0,34

ZONA CLIMÁTICA C4

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{\text{lim}}: 0,73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{\text{lim}}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{\text{lim}}: 0,41 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{\text{lim}}: 0,27$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{\text{lim}} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{lim}					
	N	E10	S	SE/SD	E10	S	SE/SD	E10	S	SE/SD
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,6)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,56	-	0,56
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	0,54	-	0,58	0,41	0,57	0,43
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,8 (3,8)	3,8 (3,8)	0,47	-	0,48	0,34	0,47	0,35
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,38	0,55	0,39	0,29	0,40	0,30

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{m} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,52 $\text{W/m}^2 \text{ K}$ se podrá tomar el valor de U_{m} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C1, C2, C3 y C4.

ZONA CLIMÁTICA D1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{\text{lim}}: 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{\text{lim}}: 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{\text{lim}}: 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{\text{lim}}: 0,36$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{\text{lim}} \text{ W/m}^2\text{K}$						Factor solar modificado límite de huecos F_{lim}					
	Carga interna baja			Carga interna alta			Carga interna baja			Carga interna alta		
	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,8 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	-	-	0,56	-	0,58
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	-	-	-	0,45	-	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	-	-	0,40	0,57	0,44

ZONA CLIMÁTICA D2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{\text{lim}}: 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{\text{lim}}: 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{\text{lim}}: 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{\text{lim}}: 0,31$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{\text{lim}} \text{ W/m}^2\text{K}$						Factor solar modificado límite de huecos F_{lim}					
	Carga interna baja			Carga interna alta			Carga interna baja			Carga interna alta		
	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	0,56	-	0,61
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,8 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	-	-	0,48	-	0,49
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	-	-	-	0,61	0,38	0,54
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,49	-	0,55	0,33	0,48	0,38	-	-

ZONA CLIMÁTICA D3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{\text{lim}}: 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{\text{lim}}: 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{\text{lim}}: 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{\text{lim}}: 0,28$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{\text{lim}} \text{ W/m}^2\text{K}$						Factor solar modificado límite de huecos F_{lim}					
	Carga interna baja			Carga interna alta			Carga interna baja			Carga interna alta		
	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	0,56	-	0,57
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,8 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	0,50	-	0,55	0,35	0,49	0,37	-	-
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,42	0,61	0,48	0,30	0,43	0,32	-	-

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{m} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,47 $\text{W/m}^2\text{K}$ se podrá tomar el valor de U_{m} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas D1, D2 y D3.

ZONA CLIMÁTICA E1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{lim} = 0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{lim} = 0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{cub} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{lim} = 0,36$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{lim} $\text{W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{lim}			
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	
de 0 a 10	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-
de 11 a 20	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-
de 21 a 30	2,6 (2,9)	3,0 (3,1)	3,1	3,1	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,1	3,1	-	-	-	0,56
de 41 a 50	2,0 (2,2)	2,4 (2,6)	3,1	3,1	-	-	-	0,45
de 51 a 60	1,9 (2,0)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{m} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,43 $\text{W/m}^2\text{K}$ se podrá tomar el valor de U_{m} indicado entre paréntesis para la zona climática E1.

2.2 Condensaciones

- 1 Las condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.
- 2 Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

2.3 Permeabilidad al aire

- 1 Las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas) y lucernarios de los cerramientos se caracterizan por su permeabilidad al aire.
- 2 La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los cerramientos que limitan los espacios habitables de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1.
- 3 La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a los siguientes:
 - a) para las zonas climáticas A y B: 50 m³/h m²;
 - b) para las zonas climáticas C, D y E: 27 m³/h m².

3. Cálculo y dimensionado

3.1 Datos previos

3.1.1 Zonificación climática

- 1 Para la limitación de la demanda energética se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano. En general, la zona climática donde se ubican los edificios se determinará a partir de los valores tabulados. En localidades que no sean capitales de provincia y que dispongan de registros climáticos contrastados, se podrán emplear, previa justificación, zonas climáticas específicas.
- 2 El procedimiento para la determinación de la zonificación climática se recoge en el apéndice D.

3.1.2 Clasificación de los espacios

- 1 Los espacios interiores de los edificios se clasifican en espacios habitables y espacios no habitables.
- 2 A efectos de cálculo de la demanda energética, los espacios habitables se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:
 - a) espacios con carga interna baja: espacios en los que se disipa poco calor.
Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios assimilables a estos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.
 - b) espacios con carga interna alta: espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

- 3 A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788: 2002 se establecen las siguientes categorías:
- espacios de clase de higrometría 5: espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas;
 - espacios de clase de higrometría 4: espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar;
 - espacios de clase de higrometría 3 o inferior: espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

3.1.3 Definición de la envolvente térmica del edificio y clasificación de sus componentes

- La envolvente térmica del edificio, como muestra la figura 3.2, está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.
- Los cerramientos y particiones interiores de los espacios habitables se clasifican según su situación en las siguientes categorías:
 - cubiertas, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal;
 - suelos, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable;
 - fachadas, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la figura 3.1. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medida en sentido horario;
 - medianerías, comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada;
 - cerramientos en contacto con el terreno, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno;
 - particiones interiores, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

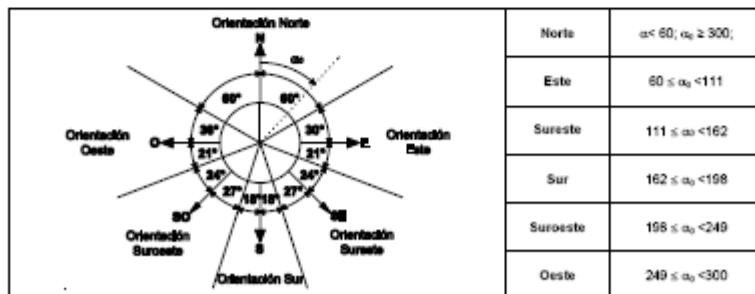


Figura 3.1. Orientaciones de las Fachadas

-
- 3 Los cerramientos de los espacios habitables se clasifican según su diferente comportamiento térmico y cálculo de sus parámetros característicos en las siguientes categorías:
- a) cerramientos en contacto con el aire:
 - I) parte opaca, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados;
 - II) parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.
 - b) cerramientos en contacto con el terreno, clasificados según los tipos siguientes:
 - I) suelos en contacto con el terreno;
 - II) muros en contacto con el terreno;
 - III) cubiertas enterradas.
 - c) particiones interiores en contacto con espacios no habitables, clasificados según los tipos siguientes:
 - I) particiones interiores en contacto con cualquier espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias);
 - II) suelos en contacto con cámaras sanitarias.

3.2 Opción simplificada

3.2.1 Aplicación de la opción

3.2.1.1 Objeto

- 1 El objeto de la opción simplificada es:
- a) limitar la demanda energética de los edificios, de una manera indirecta, mediante el establecimiento de determinados valores límite de los parámetros de transmisión térmica U y del factor solar modificado F de los componentes de la envolvente térmica;
 - b) limitar la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos para las condiciones ambientales establecidas en este Documento Básico;
 - c) limitar las infiltraciones de aire en los huecos y lucernarios;
 - d) limitar en los edificios de viviendas la transmisión de calor entre las unidades de uso calefactadas y las zonas comunes no calefactadas.

3.2.1.2 Aplicabilidad

- 1 Puede utilizarse la opción simplificada cuando se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes:
- a) que la superficie de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie;
 - b) que la superficie de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.
- 2 Como excepción, se admiten superficies de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyas áreas supongan un porcentaje inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio.
- 3 Quedan excluidos aquellos edificios cuyos cerramientos estén formados por soluciones constructivas no convencionales tales como muros Trombe, muros paraleodinámicos, invernaderos abiertos, etc.
- 4 En el caso de obras de rehabilitación, se aplicarán a los nuevos cerramientos los criterios establecidos en esta opción.

3.2.1.3 Cerramientos y particiones interiores objeto de la opción

- 1 Son objeto de esta opción simplificada los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio y que se define en el apartado 3.1.3.
- 2 A efectos de limitación de la demanda, se incluirán en la consideración anterior sólo aquellos puentes térmicos cuya superficie sea superior a 0.5 m^2 y que estén integrados en las fachadas, tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana.
- 3 No se incluirán en la consideración anterior las puertas cuyo porcentaje de superficie semitransparente sea inferior al 50 %.

3.2.1.4 Conformidad con la opción

- 1 El procedimiento de aplicación mediante la opción simplificada es el siguiente:
 - a) determinación de la zona climática según el apartado 3.1.1;
 - b) clasificación de los espacios del edificio según el apartado 3.1.2;
 - c) definición de la envolvente térmica y cerramientos objeto según el apartado 3.2.1.3;
 - d) comprobación del cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire establecidas en el apartado 2.3 de las carpinterías de los huecos y lucernarios de la envolvente térmica;
 - e) cálculo de los parámetros característicos de los distintos componentes de los cerramientos y particiones interiores según el apéndice E;
 - f) limitación de la demanda energética:
 - i) comprobación de que cada una de las transmisiones térmicas de los cerramientos y particiones interiores que conforman la envolvente térmica es inferior al valor máximo indicado en la tabla 2.1;
 - ii) cálculo de la media de los distintos parámetros característicos para la zona con baja carga interna y la zona de alta carga interna del edificio según el apartado 3.2.2.1;
 - iii) comprobación de que los parámetros característicos medios de la zona de baja carga interna y la zona de alta carga interna son inferiores a los valores límite de las tablas 2.2, como se describe en el apartado 3.2.2.2;
 - iv) en edificios de vivienda, limitación de la transmisión térmica de las particiones interiores que separan las unidades de uso con las zonas comunes del edificio, según el apartado 2.1;
 - g) control de las condensaciones intersticiales y superficiales según el apartado 3.2.3.

3.2.1.5 Documentación justificativa

- 1 En la memoria del proyecto se justificará el cumplimiento de las condiciones que se establecen en esta Sección mediante las fichas justificativas del cálculo de los parámetros característicos medios y los formularios de conformidad que figuran en el Apéndice H para la zona habitable de baja carga interna y la de alta carga interna del edificio.

3.2.2 Comprobación de la limitación de la demanda energética**3.2.2.1 Parámetros característicos medios**

- 1 Tanto para las zonas de baja carga interna como para las zonas de alta carga interna de los edificios, se calculará el valor de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores como se describe en el apéndice E y se agruparán en las categorías descritas en el apartado 3.1.3.
- 2 Para cada categoría se determinará la media de los parámetros característicos U y F, que se obtendrá ponderando los parámetros correspondientes a cada cerramiento según su fracción de área en relación con el área total de la categoría a la que pertenece.
- 3 Se obtendrán de esta manera, los siguientes valores:
 - a) transmisión media de cubiertas U_{Cm} , incluyendo en el promedio la transmisión de los lucernarios U_L y los puentes térmicos integrados en cubierta U_{PC} ;
 - b) transmisión media de suelos U_{Sv} ;
 - c) transmisión media de muros de fachada para cada orientación U_{Mm} , incluyendo en el promedio los puentes térmicos integrados en la fachada tales como contorno de huecos U_{PH} , pilares en fachada U_{PF} y de cajas de persianas U_{PS} , u otros;
 - d) transmisión media de cerramientos en contacto con el terreno U_{Tm} ;
 - e) transmisión media de huecos de fachadas U_{Hm} para cada orientación;
 - f) factor solar modificado medio de huecos de fachadas F_{Hm} para cada orientación;
 - g) factor solar modificado medio de lucernarios de cubiertas F_{Cm} .
- 4 Las áreas de los cerramientos se considerarán a partir de las dimensiones tomadas desde el interior del edificio.

3.2.2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

- 1 Tanto para las zonas de baja carga interna como para la zonas de alta carga interna de los edificios, los parámetros característicos medios de los cerramientos y particiones interiores que limitan los espacios habitables serán inferiores a los valores límite indicados en las tablas 2.2 en función de la zona climática en la que se encuentre el edificio, de la siguiente manera:
 - a) la transmitancia media de muros de fachada U_{Mf} para cada orientación y la transmitancia media de cerramientos en contacto con el terreno U_{Tn} serán inferiores a la transmitancia límite de muros U_{Mfl} ;
 - b) la transmitancia media de suelos U_{Sf} será inferior a la transmitancia límite de suelos U_{Sfl} ;
 - c) la transmitancia media de cubiertas U_{Cf} será inferior a la transmitancia límite de cubiertas U_{Cfl} ;
 - d) El factor solar modificado medio de lucernarios F_{Lm} será inferior al factor solar modificado límite de lucernarios F_{Lml} ;
 - e) la transmitancia media de huecos U_{Hf} en función del porcentaje de huecos y de la transmitancia media de muros de fachada U_{Mf} será inferior, para cada orientación, a la transmitancia límite de huecos U_{Hfl} ;
 - f) el factor solar modificado medio de huecos F_{Hm} en función del porcentaje de huecos y de la zona del edificio de la que se trate (de baja carga interna o de alta carga interna) será inferior, para cada orientación de fachada, al factor solar modificado límite de huecos F_{Hml} .
- 2 La figura 3.2 y la tabla 3.1 resumen esta verificación.
- 3 En el caso de que en una determinada fachada el porcentaje de huecos sea superior al 60% de su superficie y suponga un área inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio, la transmitancia media de dicha fachada U_f (incluyendo parte opaca y huecos) será inferior a la transmitancia media que resultase si el porcentaje fuera del 60%.

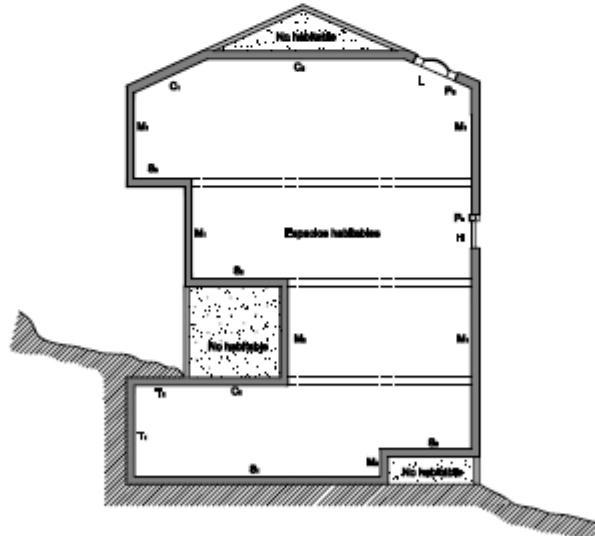


Figura 3.2 Esquema de envolvente térmica de un edificio

Tabla 3.1 Síntesis del procedimiento de comparación con los valores límite

Cerramientos y particiones interiores	Componentes	Parámetros característicos	Parámetros característicos medios	Comparación con los valores límite
CUBIERTAS	C ₁	En contacto con el aire	U _{C1}	$U_{Cm} = \frac{\sum A_{C1} \cdot U_C + \sum A_{C2} \cdot U_{C2} + \sum A_{C3} \cdot U_{C3}}{\sum A_C + \sum A_{C2} + \sum A_{C3}}$
	C ₂	En contacto con un espacio no habitable	U _{C2}	
	P _C	Puente térmico (Contorno de lucernario > 0,5 m ²)	U _{PC}	$F_{Cm} = \frac{\sum A_C \cdot F_C}{\sum A_C}$
	L		U _L	
		Lucernarios	F _L	F _{LM} ≤ F _{LM}
FACHADAS	M ₁	Muro en contacto con el aire	U _{M1}	$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{M2} \cdot U_{M2}}{\sum A_M + \sum A_{M2}}$
	M ₂	Muro en contacto con espacios no habitables	U _{M2}	
	P _{M1}	Puente térmico (contorno de huecos > 0,5 m ²)	U _{PM1}	
	P _{M2}	Puente térmico (placas en fachada > 0,5 m ²)	U _{PM2}	
	P _{M3}	Puente térmico (cajas de penetración > 0,5 m ²)	U _{PM3}	$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$
	H		U _H	
		Huecos	F _H	F _{HM} ≤ F _{HM}
SUELOS	S ₁	Apoyados sobre el terreno	U _{S1}	$U_{Sm} = \frac{\sum A_S \cdot U_S}{\sum A_S}$
	S ₂	En contacto con espacios no habitables	U _{S2}	
	S ₃	En contacto con el suelo exterior	U _{S3}	
CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	T ₁	Muros en contacto con el terreno	U _{T1}	$U_{Tm} = \frac{\sum A_T \cdot U_T}{\sum A_T}$
	T ₂	Cubiertas enterradas	U _{T2}	
	T ₃	Suelos a una profundidad mayor de 0,5 m	U _{T3}	

NOTAS: El cálculo se realizará para la zona de baja carga interna y para la zona de alta carga interna de los edificios.
La tabla no es exhaustiva en cuanto a los componentes de los cerramientos y particiones interiores.

3.2.3 Comprobación de la limitación de condensaciones

3.2.3.1 Condensaciones superficiales

- La comprobación de la limitación de condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior $f_{n,i}$ y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{n,i,min}$ para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero y especificadas en el apartado G.1 de esta Sección.
- Para la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales en los cerramientos y puentes térmicos se debe comprobar que el factor de temperatura de la superficie interior es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo. Este factor se podrá obtener a partir de la tabla 3.2 en función del tipo de espacio, clasificado según el apartado 3.1.2, y la zona climática donde se encuentre el edificio.

Tabla 3.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{n,i,min}$

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90
Clase de higrometría 4	0,66	0,66	0,69	0,75	0,78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,50	0,52	0,55	0,61	0,64

- El cumplimiento de los valores de transmittancia máxima de la tabla 2.1 aseguran, para los cerramientos y particiones interiores de los espacios de clase de higrometría 4 o inferior, la verificación de la condición anterior. No obstante, debe comprobarse en los puentes térmicos.
- En caso de disponer de información suficiente, el factor de temperatura de la superficie interior mínimo podrá calcularse mediante el método descrito en el apartado G.2.1.2 bajo las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero de la localidad.
- El cálculo del factor de temperatura superficial correspondiente a cada cerramiento o puente térmico se realizará según la metodología descrita en el apartado G.2.1.1.
- Están exentos de la comprobación aquellas particiones interiores que lindan con espacios no habitables donde se prevea escasa producción de vapor de agua, así como los cerramientos y suelos en contacto con el terreno.

3.2.3.2 Condensaciones Intersticiales

- El procedimiento para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero y especificadas en el apartado G.1 de esta Sección.
- Para comprobar que no se produzcan condensaciones intersticiales se debe verificar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.
- Para cada cerramiento objeto se calculará, según el apartado G.2.2:
 - la distribución de temperaturas;
 - la distribución de presiones de vapor de saturación para las temperaturas antes calculadas;
 - la distribución de presiones de vapor.
- Están exentos de la comprobación aquellos cerramientos en contacto con el terreno y los cerramientos que dispongan de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento. Para particiones interiores en contacto con espacios no habitables en los que se prevea gran producción de humedad, se colocará la barrera de vapor en el lado de dicho espacio no habitable.
- En caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en una capa distinta a la de aislamiento, se deberá comprobar que la cantidad de agua condensada en cada período anual no sea superior a la cantidad de agua evaporada posible en el mismo período. Para ello, se repetirá el procedimiento descrito anteriormente, pero para cada mes del año a partir de los datos climáticos del apartado G.1 y se calculará en cada uno de ellos y para cada capa de material, la cantidad de agua condensada o evaporada según el proceso descrito en el apartado 6 de la norma UNE EN ISO 13786:2002.
- Salvo expresa justificación en el proyecto, se considerará nula la cantidad de agua condensada admisible en los materiales aislantes.

3.2.4 Permeabilidad al aire

- 1 Se considerarán válidos los huecos y lucernarios clasificados según la norma UNE EN 1207:2000 y ensayados según la norma UNE EN 1 026:2000 para las distintas zonas climáticas:
 - a) para las zonas climáticas A y B: huecos y lucernarios de clase 1, clase 2, clase 3, clase 4;
 - b) para las zonas climáticas C, D y E: huecos y lucernarios de clase 2, clase 3, clase 4.

3.3. Opción general

3.3.1 Aplicación de la opción general

3.3.1.1 Objeto

- 1 El objeto de la opción general es cuádruple y consiste en:
 - a) Ilimitar la demanda energética de los edificios de una manera directa, evaluando dicha demanda mediante el método de cálculo especificado en 3.3.2. Esta evaluación se realizará considerando el edificio en dos situaciones:
 - i) como edificio objeto, es decir, el edificio tal cual ha sido proyectado en geometría (forma y tamaño), construcción y operación;
 - ii) como edificio de referencia, que tiene la misma forma y tamaño del edificio objeto; la misma zonificación interior y el mismo uso de cada zona que tiene el edificio objeto; los mismos obstáculos remotos del edificio objeto; y unas calidades constructivas de los componentes de fachada, suelo y cubierta por un lado y unos elementos de sombra por otro que garantizan el cumplimiento de las exigencias de demanda energética, establecidas en el apartado 2.1;
 - b) Ilimitar la presencia de condensaciones en la envolvente térmica, según el apartado 2.2;
 - c) Ilimitar las infiltraciones de aire para las condiciones establecidas en 2.3.

3.3.1.2 Aplicabilidad

- 1 La única limitación para la utilización de la opción general es la derivada del uso en el edificio de soluciones constructivas innovadoras cuyos modelos no puedan ser introducidos en el programa informático que se utilice.
- 2 En el caso de utilizar soluciones constructivas no incluidas en el programa se justificarán en el proyecto las mejoras de ahorro de energía introducidas y que se obtendrán mediante método de simulación o cálculo al uso.

3.3.1.3 Conformidad con la opción

- 1 El procedimiento de aplicación para verificar que un edificio es conforme con la opción general consiste en comprobar que:
 - a) las demandas energéticas de la envolvente térmica del edificio objeto para régimen de calefacción y refrigeración son ambas inferiores a las del edificio de referencia. Por régimen de calefacción se entiende, como mínimo, los meses de diciembre a febrero ambos inclusive y por régimen de refrigeración los meses de junio a septiembre, ambos inclusive. Como excepción, se admite que en caso de que para el edificio objeto una de las dos demandas anteriores sea inferior al 10% de la otra, se ignore el cumplimiento de la restricción asociada a la demanda más baja. Además para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmisión no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.
 - b) la humedad relativa media mensual en la superficie interior sea inferior al 80% para controlar las condensaciones superficiales. Comprobar, además, que la humedad acumulada en cada capa del cerramiento se seca a lo largo de un año, y que la máxima condensación acumulada en un mes no sea mayor que el valor admisible para cada material aislante.
 - c) el cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos establecidas en el apartado 2.3.

-
- d) en el caso de edificios de viviendas, la limitación de la transmitancia térmica de las particiones interiores que limitan las unidades de uso con las zonas comunes del edificio según el apartado 2.1.
 - 2 Estas comprobaciones se han de realizar mediante programas informáticos que desarrollen el método de cálculo.

3.3.2 Método de cálculo

3.3.2.1 Especificaciones del método de cálculo

- 1 El método de cálculo que se utilice para demostrar el cumplimiento de la opción general se basará en cálculo hora a hora, en régimen transitorio, del comportamiento térmico del edificio, teniendo en cuenta de manera simultánea las solicitudes exteriores e interiores y considerando los efectos de masa térmica.
- 2 El desarrollo del método de cálculo debe contemplar los aspectos siguientes:
 - a) particularización de las solicitudes exteriores de radiación solar a las diferentes orientaciones e inclinaciones de los cerramientos de la envolvente, teniendo en cuenta las sombras propias del edificio y la presencia de otros edificios u obstáculos que pueden bloquear dicha radiación;
 - b) determinación de las sombras producidas sobre los huecos por obstáculos de fachada tales como voladizos, retranqueos, salientes laterales, etc.;
 - c) valoración de las ganancias y pérdidas por conducción a través de cerramientos opacos y huecos cristalizados considerando la radiación absorbida;
 - d) transmisión de la radiación solar a través de las superficies semitransparentes teniendo en cuenta la dependencia con el ángulo de incidencia;
 - e) valoración del efecto de persianas y cortinas exteriores a través de coeficientes correctores del factor solar y de la transmitancia térmica del hueco;
 - f) cálculo de infiltraciones a partir de la permeabilidad de las ventanas;
 - g) comprobación de la limitación de condensaciones superficiales e intersticiales;
 - h) toma en consideración de la ventilación en términos de renovaciones/hora para las diferentes zonas y de acuerdo con unos patrones de variación horarios y estacionales.
 - i) valoración del efecto de las cargas internas, diferenciando sus fracciones radiantes y convectivas y teniendo en cuenta variaciones horarias de la intensidad de las mismas para cada zona térmica;
 - j) valoración de la posibilidad de que los espacios se comporten a temperatura controlada o en oscilación libre (durante los períodos en los que la temperatura de éstos se sitúe espontáneamente entre los valores de consigna y durante los períodos sin ocupación);
 - k) acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio que se encuentren a diferente nivel térmico.

3.3.2.2 Descripción del edificio necesaria para la utilización del método de cálculo

- 1 Para el uso de la opción general se debe disponer de los datos que se detallan a continuación.
- 2 Para la definición geométrica será necesario especificar los siguientes datos o parámetros:
 - a) situación, forma, dimensiones de los lados, orientación e inclinación de todos los cerramientos de espacios habitables y no habitables. De igual manera se precisará si están en contacto con aire o con el terreno;
 - b) longitud de los puentes térmicos, tanto de los integrados en las fachadas como de los lineales procedentes de encuentros entre cerramientos;
 - c) para cada cerramiento la situación, forma y las dimensiones de los huecos (puertas, ventanas, lucernarios y claraboyas) contenidos en el mismo;
 - d) para cada hueco la situación, forma y las dimensiones de los obstáculos de fachada, incluyendo retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales y cualquier otro elemento de control solar exterior al hueco;
 - e) para las persianas y cortinas exteriores no se definirá su geometría sino que se incluirán coeficientes correctores de los parámetros de caracterización del hueco;
 - f) La situación, forma y dimensiones de aquellos obstáculos remotos que puedan arrojar sombra sobre los cerramientos exteriores del edificio.
- 3 Para la definición constructiva se precisarán para cada tipo de cerramiento los datos siguientes:
 - a) Parte opaca de los cerramientos;

-
- I) espesor y propiedades de cada una de las capas (conductividad térmica, densidad, calor específico y factor de resistencia a la difusión del vapor de agua);
 - II) absorbividad de las superficies exteriores frente a la radiación solar en caso de que el cerramiento esté en contacto con el aire exterior;
 - III) factor de temperatura de la superficie interior en caso de que se trate de cerramientos sin capa aislante.
 - b) Puentes térmicos:
 - I) transmitancia térmica lineal
 - c) Huecos y lucernarios:
 - I) transmitancia del acristalamiento y del marco;
 - II) factor solar del acristalamiento;
 - III) absorbividad del marco;
 - IV) corrector del factor solar y corrector de la transmitancia para persianas o cortinas exteriores;
 - V) permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos para una sobrepresión de 100 Pa. (Para las puertas se proporcionará siempre un valor por defecto igual a 60 $m^3/h/m^2$).
 - 4 Se especificará para cada espacio si se trata de un espacio *habitable* o *no habitable*, indicando para estos últimos, si son de baja carga interna o alta carga interna.
 - 5 Se indicarán para cada espacio la categoría del mismo en función de la clase de higrometría o, en caso de que se pueda justificar, la temperatura y la humedad relativa media mensual de dicho espacio para todos los meses del año.

3.3.2.3 Programa informático de referencia

- 1 El método de cálculo de la opción general se formaliza a través de un programa informático oficial o de referencia que realiza de manera automática los aspectos mencionados en el apartado anterior, previa entrada de los datos necesarios.
- 2 La versión oficial de este programa se denomina Limitación de la Demanda Energética, LIDER, y tiene la consideración de Documento Reconocido del CTE, estando disponible al público para su libre utilización.

3.3.2.4 Métodos alternativos de cálculo

- 1 Para la verificación de la opción general se podrán utilizar otros programas de ordenador alternativos basados en el método de cálculo y que sean Documentos Reconocidos del CTE.
- 2 Con el fin de que cualquier programa informático que desarrolle el método de cálculo pueda ser aceptado como procedimiento válido para cumplimentar la opción general, éste debe ser validado con el procedimiento que se establezca para su reconocimiento.

4 Productos de construcción

4.1 Características exigibles a los productos

- 1 Los edificios se caracterizan térmicamente a través de las propiedades higrotérmicas de los productos de construcción que componen su envolvente térmica.
- 2 Se distinguen los productos para los muros y la parte ciega de las cubiertas, de los productos para los huecos y lucernarios.
- 3 Los productos para los muros y la parte ciega de las cubiertas se definen mediante las siguientes propiedades higrométricas:
 - a) la conductividad térmica λ (W/mK);
 - b) el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ .
- 4 En su caso, además se podrán definir las siguientes propiedades:
 - a) la densidad ρ (kg/m^3);
 - b) el calor específico c_p ($J/kg.K$).

-
- 5 Los productos para huecos y lucernarios se caracterizan mediante los siguientes parámetros:
 - a) Parte semitransparente del hueco por:
 - I) la transmitancia térmica U (W/m^2K);
 - II) el factor solar, g_s .
 - b) Marcos de huecos (puertas y ventanas) y lucernarios por:
 - I) la transmitancia térmica U (W/m^2K);
 - II) la absorbividad α .
 - 6 Los valores de diseño de las propiedades citadas se obtendrán de valores declarados para cada producto, según marcado CE, o de Documentos Reconocidos para cada tipo de producto.
 - 7 En el pliego de condiciones del proyecto debe expresarse las características hidrotérmicas de los productos utilizados en los cerramientos y particiones *interiores* que componen la envolvente térmica del edificio. Si éstos están recogidos de Documentos Reconocidos, se podrán tomar los datos allí incluidos por defecto. Si no están incluidos, en la memoria deben incluirse los cálculos justificativos de dichos valores y consignarse éstos en el pliego.
 - 8 En todos los casos se utilizarán valores térmicos de diseño, los cuales se pueden calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001. En general y salvo justificación los valores de diseño serán los definidos para una temperatura de 10 °C y un contenido de humedad correspondiente al equilibrio con un ambiente a 23 °C y 50 % de humedad relativa.

4.2 Características exigibles a los cerramientos y particiones *interiores* de la envolvente térmica

- 1 Las características exigibles a los cerramientos y particiones *interiores* son las expresadas mediante los parámetros característicos de acuerdo con lo indicado en el apartado 2 de este Documento Básico.
- 2 El cálculo de estos parámetros deberá figurar en la memoria del proyecto. En el pliego de condiciones del proyecto se consignarán los valores y características exigibles a los cerramientos y particiones *interiores*.

4.3 Control de recepción en obra de productos

- 1 En el pliego de condiciones del proyecto se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los cerramientos y particiones *interiores* de la envolvente térmica, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.
- 2 Debe comprobarse que los productos recibidos:
 - a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
 - b) disponen de la documentación exigida;
 - c) están caracterizados por las propiedades exigidas;
 - d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.
- 3 En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.

5 Construcción

- 1 En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la Parte I del CTE.

5.1 Ejecución

- 1 Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I

del CTE. En el pliego de condiciones del proyecto se indicarán las condiciones particulares de ejecución de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica.

5.2 Control de la ejecución de la obra

- 1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y modificaciones autorizadas por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.
- 2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.
- 3 Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

5.2.1 Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica

- 1 Se prestará especial cuidado en la ejecución de los puentes térmicos integrados en los cerramientos tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana, atendiendo a los detalles constructivos correspondientes.
- 2 Se controlará que la puesta en obra de los aislantes térmicos se ajusta a lo indicado en el proyecto, en cuanto a su colocación, posición, dimensiones y tratamiento de puntos singulares.
- 3 Se prestará especial cuidado en la ejecución de los puentes térmicos tales como frentes de forjado y encuentro entre cerramientos, atendiendo a los detalles constructivos correspondientes.

5.2.2 Condensaciones

- 1 Si es necesario la interposición de una barrera de vapor, ésta se colocará en la cara caliente del cerramiento y se controlará que durante su ejecución no se produzcan roturas o deterioros en la misma.

5.2.3 Permeabilidad al aire

- 1 Se comprobará que la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, se realiza de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire especificada según la zonificación climática que corresponda.

5.3 Control de la obra terminada

- 1 En el control de la obra terminada se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.
- 2 En esta Sección del Documento Básico no se prescriben pruebas finales.

Apéndice A Terminología

Abortividad: Fracción de la radiación solar incidente a una superficie que es absorbida por la misma. La absorbividad va de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

BIenestar térmico: Condiciones interiores de temperatura, humedad y velocidad del aire establecidas reglamentariamente que se considera que producen una sensación de bienestar adecuada y suficiente a sus ocupantes.

Cerramiento: Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

Componentes del edificio: Se entienden por componentes del edificio los que aparecen en su envolvente edificatoria: cerramientos, huecos y puentes térmicos.

Condiciones higrotérmicas: Son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

Demandas energéticas: Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondientes a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

Edificio de referencia: Edificio obtenido a partir del edificio objeto, cuya demanda energética debe ser mayor, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración, que la del edificio objeto. Se obtiene a partir del edificio objeto sustituyendo los cerramientos por otros que cumplen los requisitos de la opción simplificada.

Edificio objeto: Edificio del que se quiere verificar el cumplimiento de la reglamentación.

Emisividad: Capacidad relativa de una superficie para radiar calor. Los factores de emisividad van de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

Envolvente edificatoria: Se compone de todos los cerramientos del edificio.

Envolvente térmica: Se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez están en contacto con el ambiente exterior.

Espacio habitable: Espacio formado por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Espacio habitable de baja carga interna: Espacio donde se disipa poco calor. Comprende principalmente los recintos destinados a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

En el caso de espacios no destinados a viviendas, el proyectista estimará si el calor disipado por las fuentes internas en el interior del espacio se puede asimilar a la que se podría producir si fuera un espacio de vivienda, por ejemplo, una pequeña sala de estar de una residencia de ancianos podría tener las mismas fuentes internas que un salón de una vivienda.

Espacio no habitable: Espacio formado por uno o varios recintos no habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Exceso de humedad interior: Cooliente entre la cantidad media de producción de humedad producida en el interior de un espacio (kg/h) y el producto de la tasa de renovación de aire por el volumen del mismo (m³/h). El exceso de humedad interior se expresa en kg/m³.

Lucernario: Cualquier hueco situado en una cubierta, por tanto su inclinación será menor de 60° respecto a la horizontal.

Factor de sombra: Es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.

Factor de temperatura de la superficie interior: Es el cociente entre la diferencia de temperatura superficial interior y la del ambiente exterior y la diferencia de temperatura del ambiente interior y exterior.

Factor solar: Es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

Factor solar modificado: Producto del factor solar por el factor de sombra.

Grados-día: Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base.

Hueco: Es cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio. Comprende las ventanas y puertas acristaladas.

Humedad relativa: Es la fracción de la presión de saturación que representa la presión parcial del vapor de agua en el espacio o ambiente exterior en estudio. Se tiene en cuenta en el cálculo de las condensaciones, superficiales e intersticiales en los cerramientos.

Invernadero adosado: Recinto no acondicionado formado por un cerramiento exterior con un porcentaje alto de superficie acristalada que se coloca adyacente a las fachadas de un edificio. El elemento de fachada que actúa de separación entre el invernadero y las zonas interiores del edificio puede incluir también acristalamientos. Es posible la existencia de una circulación de aire generalmente forzada a través de dicho recinto, bien en forma de recirculación del aire interior o de precalentamiento de aire exterior que se usa para ventilación. A esta misma categoría pertenece las galerías y los balcones acristalados.

Material: Parte de un producto si considerar su modo de entrega, forma y dimensiones, sin ningún revestimiento o recubrimiento.

Muro parietodinámico: Cerramiento que aprovecha la energía solar para el precalentamiento del aire exterior de ventilación. Generalmente está formado por una hoja interior de fábrica, una cámara de aire y una hoja exterior acristalada o metálica que absorbe la radiación solar. La circulación del aire puede ser natural (termosifón) o forzada.

Muro Trombe: Cerramiento que aprovecha la energía solar para el calentamiento por recirculación del aire interior del edificio. Generalmente está formado por una hoja interior de fábrica, una cámara de aire y un acristalamiento exterior. La circulación del aire puede ser natural (termosifón) o forzada. También se denomina muro solar ventilado.

Parámetro característico: Los parámetros característicos son las magnitudes que se suministran como datos de entrada a los procedimientos de cumplimentación, tanto el simplificado como el general.

Partición Interior: Elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).

Permeabilidad al aire: Es la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m^3/h , en función de la diferencia de presiones.

Permeabilidad al vapor de agua: Es la cantidad de vapor que pasa a través de la unidad de superficie de material de espesor unidad cuando la diferencia de presión de vapor entre sus caras es la unidad.

Porcentaje de huecos: Fracción del área total de la fachada ocupada por los huecos de la misma, expresada en porcentaje.

Producto: Forma final de un material listo para su uso, de forma y dimensiones dadas y que incluye cualquier recubrimiento o revestimiento.

Puente térmico: Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

Los puentes térmicos más comunes en la edificación, que se tendrán en cuenta en el análisis, se clasifican en:

- a) puentes térmicos integrados en los cerramientos:
 - I) pilares integrados en los cerramientos de las fachadas;
 - II) contorno de huecos y lucernarios;
 - III) cajas de persianas;
 - IV) otros puentes térmicos integrados;
- b) puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos:
 - I) frentes de forjado en las fachadas;
 - II) uniones de cubiertas con fachadas:
 - cubiertas con pretil;
 - cubiertas sin pretil;
 - III) uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno:
 - unión de fachada con losa o solera;
 - unión de fachada con muro enterrado o pantalla;
 - IV) esquinas o encuentros de fachadas, dependiendo de la posición del ambiente exterior respecto se subdividen en:
 - esquinas entrantes;
 - esquinas salientes;
- c) encuentros de voladizos con fachadas;
- d) encuentros de tabiquería interior con fachadas.

Recinto habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;
- g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

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

Régimen de invierno: Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de calefacción.

Régimen de verano: Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de refrigeración.

Severidad climática: La severidad climática de una localidad es el cociente entre la demanda energética de un edificio cualquiera en dicha localidad y la correspondiente al mismo edificio en una localidad de referencia. En la presente reglamentación se ha tomado Madrid como localidad de referencia, siendo, por tanto, su severidad climática la unidad. Se define una severidad climática para verano y una para invierno.

Temporada de calefacción: En la presente Sección se extiende, como mínimo, de diciembre a febrero.

Temporada de refrigeración: En la presente Sección se extiende de junio a septiembre.

Transmitancia térmica: Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

Unidad de uso: Edificio o parte de él destinada a un uso específico, en la que sus usuarios están vinculados entre sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación; o bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. Se consideran unidades de uso diferentes entre otras, las siguientes:

En edificios de vivienda, cada una de las viviendas.

En hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos.

En edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

Zona climática: En esta Sección se definen 12 zonas climáticas en función de las severidades climáticas de invierno (A, B, C, D, E) y verano (1, 2, 3, 4) de la localidad en cuestión. Se excluyen las combinaciones imposibles para la climatología española.

Apéndice B Notaciones y unidades

α	Absortividad, adimensional
β	Angulo de Inclinación de lamas horizontales, grados sexagesimales
φ	Humedad relativa, en %
φ_e	Humedad relativa exterior, en %
φ_i	Humedad relativa Interior, en %
θ_n	Temperatura en la capa n, en °C
θ_e	Temperatura exterior, en °C
θ_i	Temperatura Interior, en °C
θ_s	Temperatura superficial Interior, en °C
$\theta_{s,min}$	Temperatura superficial Interior mínima aceptable, en °C
$\theta_{s,max}$	Temperatura superficial exterior, en °C
λ	Conductividad térmica, en W/m.K
ρ	Densidad, en Kg/m ³
μ	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, adimensional
σ	Angulo de orientación de lamas verticales, grados sexagesimales
τ	Transmitancia de tejido en toldos, adimensional
c_p	Calor específico, en J/Kg.K
A	Área de la solera o losa, m ²
D	Ancho de banda de aislamiento, en m
G	Ritmo de producción de la humedad Interior, en kg/h
Δv	Exceso de humedad Interior $v_i - v_e$, en kg/m ³
Δp	Exceso de presión de vapor Interior $P_i - P_e$, en Pa
n	Tasa de renovación de aire, en h ⁻¹
R_v	Constante de gas para el agua = 462 Pa m ³ / (K kg)
T	Temperatura en K
t_{rel}	Factor de temperatura de la superficie Interior, adimensional
$t_{rel,min}$	Factor de temperatura de la superficie Interior mínimo, adimensional
F	Factor solar modificado
F_s	Factor de sombra, adimensional
F_h	Factor solar modificado de huecos
F_l	Factor solar modificado de lucernarios
$F_{h,min}$	Factor solar modificado límite de huecos
$F_{h,max}$	Factor solar modificado límite de lucernarios
$F_{l,max}$	Factor solar modificado medio de huecos
$F_{l,min}$	Factor solar modificado medio de lucernarios
F_M	Fración de marco
g_t	Factor solar de la parte transparente de un hueco, para radiación solar a incidencia normal, adimensional
P	Presión de vapor del aire, en Pa
P_e	Presión de vapor del aire exterior, en Pa
P_i	Presión de vapor del aire interior, en Pa
P_n	Presión de vapor del aire en la capa n, en Pa
P_{sat}	Presión de vapor de saturación, en Pa
R_n	Resistencia térmica de la capa n de un cerramiento, en m ² K/ W
R_w	Resistencia térmica del muro enterrado, en m ² K/ W
R_s	Resistencia térmica del aislante en soleras o losas, en m ² K/ W

R_{se}	Resistencia térmica superficial exterior, en $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
R_{si}	Resistencia térmica superficial interior, en $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
R_a	Resistencia térmica para espacios no habitables, en $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
R_t	Resistencia térmica total, en $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
R_g	Resistencia térmica de una cavidad de aire sin ventilar, en $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
S_{en}	Espesor equivalente de la capa n de un cerramiento, en m
U	Transmitancia térmica, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_M	Transmitancia térmica de muros, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Mm}	Transmitancia térmica límite de muros, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Mm}	Transmitancia térmica media de muros, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_C	Transmitancia térmica de cubiertas, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Cm}	Transmitancia térmica límite de cubiertas, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Cm}	Transmitancia térmica media de cubiertas, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_L	Transmitancia térmica de lucernarios, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_F	Transmitancia térmica de fachadas con un porcentaje de huecos >60%, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_H	Transmitancia térmica de huecos, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Hm}	Transmitancia térmica límite de huecos, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Hm}	Transmitancia térmica media de huecos, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Hx}	Transmitancia térmica de la parte acristalada del hueco, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Hx}	Transmitancia térmica del marco del hueco, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_T	Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Tm}	Transmitancia térmica media de cerramientos en contacto con el terreno, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_S	Transmitancia térmica de suelos, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Sm}	Transmitancia térmica límite de suelos, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_{Sm}	Transmitancia térmica media de suelos, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_r	Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con la cámara de aire, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
U_p	Transmitancia térmica de particiones interiores, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
u	Coeficiente de transmisión térmica lineal para soleras y losas, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
e	Espesor de una capa, en m
ϵ	Emitividad de una superficie, adimensional
E	Factor de emitividad entre las superficies, adimensional
h_s	Coeficiente de conducción convección, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$
h_∞	Coeficiente de radiación para una superficie negra, en $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{K}$

Apéndice C Normas de referencia

Normas de cálculo

UNE EN ISO 10 211-1:1995 "Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Parte 1: Métodos generales de cálculo"

UNE EN ISO 10 211-2: 2002 "Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Parte 2: Puentes térmicos lineales"

UNE EN ISO 6 946: 1997 "Elementos y componentes de edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo"

UNE EN ISO 13 370 : 1999 "Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo"

EN ISO 13 788:2001 "Características higrotérmicas de los elementos y componentes de la edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo"

UNE EN 673:1998 "Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica. U. Método de cálculo."

UNE EN 673/A1: 2001

UNE EN 673/A2: 2003

UNE EN ISO 10 077-1: 2001 "Características térmicas de ventanas, puertas y contraventanas. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica. Parte 1: Método simplificado"

UNE EN 410:1998 "Vidrio para la edificación. Determinación de las características luminosas y solares de los acristalamientos"

Normas de producto

UNE EN ISO 10456: 2001 "Materiales y productos para la edificación. Procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño"

Normas de ensayo

UNE EN 1 026: 2000 "Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo"

UNE EN 12 207: 2000 "Puertas y ventanas. Permeabilidad al aire. Clasificación"

Apéndice D Zonas climáticas

D.1 Determinación de la zona climática a partir de valores tabulados

- 1 La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Diferencia entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≤300 <400	400-600	600-800	800-1000	1000-2000
Albacete	D3	67	D2	D1	D1	E1	E1
Alicante	D4	7	C3	C1	C1	D1	E1
Almería	A4	0	D3	C1	C1	D1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Balears	C4	163	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C3	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Blanes	E1	566	E1	E1	E1	E1	E1
Castro-Urdiales	C4	365	C3	D1	D1	E1	E1
Ceuta	A3	0	D3	D3	C1	D1	D1
Concepción la Plana	D3	10	C3	C1	C1	D1	D1
Córdoba	D3	0	D3	D1	D1	D1	D1
Córdoba (m)	D4	113	C3	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D3	975	D1	D1	E1	E1	E1
Denia-San Sebastián	C1	5	C1	D1	D1	D1	D1
Elche	D3	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guanajuato	D3	703	D1	D1	E1	E1	E1
Huelva	D4	50	D3	D1	D1	D1	D1
Huesca	D3	432	D1	D1	E1	E1	E1
Jerez	C4	455	D1	D1	E1	E1	E1
León	E1	348	D1	D1	D1	D1	D1
Lleida	D3	136	D2	D1	E1	E1	E1
Lugo	D3	579	D2	D1	E1	E1	E1
Lugo (m)	D1	412	D2	D1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	D3	C1	C1	D1	D1
Marbella	A3	133	D3	D3	C1	C1	C1
Murcia	D3	25	D3	D1	D1	D1	D1
Ourense	C1	227	D1	D1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	D1	D1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	D3	1	D3	D1	D1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria (lat)	A3	114	A3	A3	A3	A3	A3
Pamplona	D1	488	D1	D1	E1	E1	E1
Ponferrada	C1	77	D1	D1	E1	E1	E1
Salamanca	D3	779	D1	D1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	A3	A3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	D1	D1
Segovia	D2	1013	D1	D1	E1	E1	E1
Sevilla	D3	0	D3	D1	E1	E1	E1
Solana	D1	964	D2	D1	E1	E1	E1
Tarazona	D3	1	D3	D1	E1	E1	E1
Tetuán	D3	965	D2	D1	E1	E1	E1
Tolosa	C4	445	D2	D2	E1	E1	E1
Valladolid	D3	5	D3	D1	E1	E1	E1
Valladolid	D3	704	D2	D1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	D2	D1	E1	E1	E1
Zamora	D3	917	D2	D1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	D1	E1	E1	E1

D.2 Determinación de la zona climática a partir de registros climáticos

- 1 La determinación de zonas climáticas, para localidades que dispongan de registros climáticos contrastados, se obtendrá a partir del cálculo de las severidades climáticas de invierno y de verano para dichas localidades.
- 2 Una vez obtenidas las dos severidades climáticas, la zona climática se determinará localizando los dos intervalos correspondientes en los que se encuentran dichas severidades, de acuerdo con la figura D.1.

- 3 La severidad climática combina los grados-día y la radiación solar de la localidad, de forma que se puede demostrar que cuando dos localidades tienen la misma severidad climática de invierno (SCI) la demanda energética de calefacción de un mismo edificio situado en ambas localidades es sensiblemente igual. Lo mismo es aplicable para la severidad climática de verano (SCV).
- 4 Para Invierno se definen cinco divisiones distintas correspondientes a los siguientes intervalos de valores:

Tabla D.2a - Severidad climática de invierno

A	B	C	D	E
SCI $\leq 0,3$	$0,3 < SCI \leq 0,6$	$0,6 < SCI \leq 0,95$	$0,95 < SCI \leq 1,3$	$SCI > 1,3$

- 5 Para verano se definen 4 divisiones distintas correspondientes a los siguientes intervalos de valores:

Tabla D.2b - Severidad climática de verano

1	2	3	4
$SCV \leq 0,6$	$0,6 < SCV \leq 0,9$	$0,9 < SCV \leq 1,25$	$SCV > 1,25$

- 6 Combinando las 5 divisiones de invierno con las 4 de verano se obtendrían 20 zonas distintas, de las cuales se han retido únicamente las 12 en las cuales se ubican las localidades españolas.
- 7 Las 12 zonas retenidas se identifican mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano, como se muestra en la figura D.1.

SC (verano)	A4	B4	C4		
			C3	D3	
	A3	B3	C2	D2	E1
			C1	D1	
					SC (Invierno)

Figura D.1. Zonas climáticas

- 8 Para las zonas A1 y A2 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática A3.
- 9 Para las zonas B1 y B2 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática B3.
- 10 Para las zonas E2, E3, E4 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática E1.

D.2.1 Cálculo de las severidades climáticas

D.2.1.1 Severidad climática de invierno (SCI)

- 1 En función de la disponibilidad de datos climáticos existen dos correlaciones alternativas:
- a) correlación 1: a partir de los grados-día de invierno, y de la radiación global acumulada.

$$SCI = a \cdot Rad + b \cdot GD + c \cdot Rad \cdot GD + d \cdot (Rad)^2 + e \cdot (GD)^2 + f \quad (D.1)$$

siendo

GD la media de los grados-día de invierno en base 20 para los meses de enero, febrero, y diciembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

Rad la media de la radiación global acumulada para los meses de enero, febrero, y diciembre [$\text{kW h} / \text{m}^2$].

$$\begin{array}{ccccccc} a & b & c & d & e & f \\ -8,35 \cdot 10^{-3} & 3,72 \cdot 10^{-3} & -8,62 \cdot 10^{-6} & 4,88 \cdot 10^{-5} & 7,15 \cdot 10^{-7} & -6,81 \cdot 10^{-2} \end{array}$$

- b) correlación 2: a partir de los grados-día de Invierno, y del ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas.

$$SCI = a \cdot GD + b \cdot n/N + c \cdot (GD)^2 + d \cdot (n/N)^2 + e \quad (D.2)$$

siendo

GD la media de los grados-día de Invierno en base 20 para los meses de enero, febrero, y diciembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

n/N el ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas sumadas cada una de ellas por separado para los meses de enero, febrero, y diciembre.

$$\begin{array}{cccccc} a & b & c & d & e \\ 2,395 \cdot 10^{-4} & -1,111 & 1,885 \cdot 10^{-6} & 7,026 \cdot 10^{-1} & 5,709 \cdot 10^{-4} \end{array}$$

D.2.2.2 Severidad climática de Verano (SCV)

- 1 Al igual que para Invierno, en función de la disponibilidad de datos climáticos existen dos correlaciones alternativas:

- a) correlación 1: a partir de los grados-día de verano y de la radiación global acumulada.

$$SCV = a \cdot Rad + b \cdot GD + c \cdot Rad \cdot GD + d \cdot (Rad)^2 + e \cdot (GD)^2 + f \quad (D.3)$$

siendo

GD la media de los grados-día de verano en base 20 para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

Rad la media de la radiación global acumulada para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre [kW h / m^2].

$$\begin{array}{ccccccc} a & b & c & d & e & f \\ 3,724 \cdot 10^{-5} & 1,409 \cdot 10^{-2} & -1,869 \cdot 10^{-6} & -2,053 \cdot 10^{-6} & -1,389 \cdot 10^{-5} & -5,434 \cdot 10^{-1} \end{array}$$

- b) correlación 2: a partir de los grados-día de verano, y del ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas.

$$SCV = a \cdot GD + b \cdot n/N + c \cdot (GD)^2 + d \cdot (n/N)^2 + e \quad (D.4)$$

siendo

GD la media de los grados-día de verano en base 20 para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

n/N el ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas sumadas cada una de ellas por separado para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre.

$$\begin{array}{cccccc} a & b & c & d & e \\ 1,080 \cdot 10^{-2} & 1,023 & -1,638 \cdot 10^{-6} & -5,977 \cdot 10^{-1} & -3,370 \cdot 10^{-6} \end{array}$$

Apéndice E Cálculo de los parámetros característicos de la demanda

E.1 Transmitancia térmica

E.1.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior

- Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior tales como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior. De la misma forma se calcularán los puentes térmicos integrados en los citados cerramientos cuya superficie sea superior a $0,5 \text{ m}^2$, despreciándose en este caso los efectos multidimensionales del flujo de calor.
- La transmitancia térmica U ($\text{W/m}^2\text{K}$) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (\text{E.1})$$

siendo

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo [$\text{m}^2\text{K/W}$].

- La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T = R_u + R_1 + R_2 + \dots + R_s + R_{se} \quad (\text{E.2})$$

siendo

R_1, R_2, \dots, R_n las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (E.3) [$\text{m}^2\text{K/W}$];

R_u y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [$\text{m}^2\text{K/W}$].

- En caso de un componente constituido por capas homogéneas y heterogéneas la resistencia térmica total R_T debe calcularse mediante el procedimiento descrito en el apéndice F.
- La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (\text{E.3})$$

siendo

e el espesor de la capa [m].

En caso de una capa de espesor variable se considerará el espesor medio.

λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [W/m K].

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $\text{m}^2\text{K/W}$

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente	0,04	0,17

- 6 Las cámaras de aire pueden ser consideradas por su resistencia térmica, para ello se considerarán:

- a) cámara de aire sin ventilar: aquella en la que no existe ningún sistema específico para el flujo del aire a través de ella. Una cámara de aire que no tenga aislamiento entre ella y el ambiente exterior pero con pequeñas aberturas al exterior puede también considerarse como cámara de aire sin ventilar, si esas aberturas no permiten el flujo de aire a través de la cámara y no exceden:
- I) 500 mm^2 por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
 - II) 500 mm^2 por m^2 de superficie para cámaras de aire horizontales.

La resistencia térmica de las cámaras de aires sin ventilar viene definida en la tabla E.2 en función de su espesor. Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

Los valores son aplicables cuando la cámara:

- esté limitada por dos superficies paralelas entre sí y perpendiculares a la dirección del flujo de calor y cuyas emisividades sean superiores a 0,8;
- tengan un espesor menor a 0,1 veces cada una de las otras dos dimensiones y no mayor a 0,3 m;
- no tenga intercambio de aire con el ambiente interior.

Tabla E.2 Resistencias térmicas de cámaras de aire en $\text{m}^2 \text{K/W}$

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Para un cálculo más detallado se considera válido el procedimiento descrito en el apartado B.2 de la norma UNE EN ISO 6 946:1997.

- b) cámara de aire ligeramente ventilada: aquella en la que no existe un dispositivo para el flujo de aire limitado a través de ella desde el ambiente exterior pero con aberturas dentro de los siguientes rangos:
- I) $500 \text{ mm}^2 < S_{aberturas} \leq 1500 \text{ mm}^2$ por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
 - II) $500 \text{ mm}^2 < S_{aberturas} \leq 1500 \text{ mm}^2$ por m^2 de superficie para cámaras de aire horizontales.

La resistencia térmica de una cámara de aire ligeramente ventilada es la mitad de los valores de la tabla E.2.

- c) cámara de aire muy ventilada: aquella en que los valores de las aberturas exceden:
- I) 1500 mm^2 por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
 - II) 1500 mm^2 por m^2 de superficie para cámaras de aire horizontales.

- 7 Para cámaras de aire muy ventiladas, la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento.

- 8 La transmittancia térmica U_{M0} ($\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$) de las medianerías se calculará como un cerramiento en contacto con el exterior pero considerando las resistencias superficiales como interiores.

E.1.2 Cerramientos en contacto con el terreno

E.1.2.1 Suelos en contacto con el terreno

- 1 Para el cálculo de la transmittancia U_S ($\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$) se consideran en este apartado:

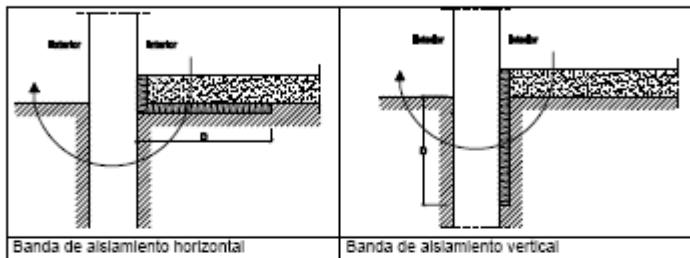
CASO 1 soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste;

CASO 2 soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

CASO 1

- La transmitancia térmica U_s ($\text{W/m}^2\text{K}$) se obtendrá de la tabla E.3 en función del ancho D de la banda de aislamiento perimetral, de la resistencia térmica del aislante R_s calculada mediante la expresión (E.3) y la longitud característica B' de la solera o losa.
- Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

Figura E.1. Soleras con aislamiento perimetral



- Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P} \quad (\text{E.4})$$

siendo

P la longitud del perímetro de la solera [m];
 A el área de la solera [m^2].

- Para soleras o losas sin aislamiento térmico, la transmitancia térmica U_s se tomará de la columna $R_s = 0 \text{ m}^2 \text{K/W}$ en función de su longitud característica B' .
- Para soleras o losas con aislamiento continuo en toda su superficie se tomarán los valores de la columna $D \geq 1,5 \text{ m}$.
- La transmitancia térmica del primer metro de losa o solera se obtendrá de la fila $B' = 1$.

Tabla E.3. Transmitancia térmica U_s en $\text{W/m}^2\text{K}$

R_s	$D = 0,5 \text{ m}$					$D = 1,0 \text{ m}$					$D \geq 1,5 \text{ m}$					
	$R_s (\text{m}^2 \text{K/W})$					$R_s (\text{m}^2 \text{K/W})$					$R_s (\text{m}^2 \text{K/W})$					
B'	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,45	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,38	0,33	0,31	0,30	0,28	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

- 7 Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_s podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 370:1999.

CASO 2

- 1 La transmitancia térmica U_s ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) se obtendrá de la tabla E.4 en función de la profundidad z de la solera o losa respecto el nivel del terreno, de su resistencia térmica R_s calculada mediante la expresión (E.2), despreciando las resistencias térmicas superficiales, y la longitud característica B' calculada mediante la expresión (E.4).
- 2 Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

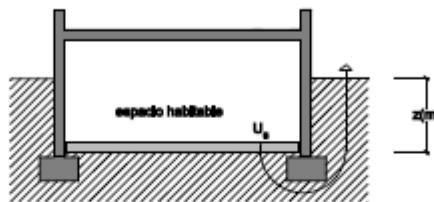


Figura E.2. Solera enterrada

Tabla E.4. Transmitancia térmica U_s en $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$

B'	0,5 m < z < 1,0 m				1,0 m < z < 2,0 m				2,0 m < z < 3,0 m				z > 3,0 m			
	Rf ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)															
	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,48	0,40	0,35	0,48	0,41	0,38	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,28	0,27	0,25
7	0,52	0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,33	0,30	0,35	0,31	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,24
8	0,47	0,39	0,34	0,30	0,40	0,35	0,31	0,28	0,33	0,29	0,27	0,25	0,28	0,26	0,24	0,22
9	0,43	0,36	0,32	0,28	0,37	0,32	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,23	0,26	0,24	0,22	0,21
10	0,40	0,34	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,25	0,29	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23	0,21	0,20
12	0,36	0,30	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18
14	0,32	0,27	0,24	0,22	0,28	0,25	0,22	0,20	0,23	0,21	0,20	0,18	0,20	0,19	0,18	0,17
16	0,29	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
18	0,26	0,23	0,20	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,15	0,15
20	0,24	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,18	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14

- 2 Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_s podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 370:1999.

E.1.2.2 Muros en contacto con el terreno

- 1 La transmitancia térmica U_T ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) de los muros o pantallas en contacto con el terreno se obtendrá de la tabla E.5 en función de su profundidad z , y de la resistencia térmica del muro R_m calculada mediante la expresión (E.2) despreciando las resistencias térmicas superficiales.
- 2 Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

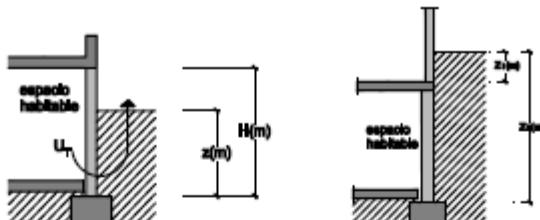


Figura E.3 Muro en contacto con el terreno

Figura E.4 Muro enterrado

Tabla E.5 Transmittancia térmica de muros enterrados U_T en $\text{W/m}^2\text{K}$

$R_m (\text{m}^2 \text{K/W})$	Profundidad z de la parte enterrada del muro (m)					
	0,5	1	2	3	4	≥ 6
0,00	3,05	2,20	1,48	1,15	0,96	0,71
0,50	1,17	0,99	0,77	0,64	0,56	0,44
1,00	0,74	0,66	0,54	0,47	0,42	0,34
1,50	0,54	0,49	0,42	0,37	0,34	0,28
2,00	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,24

- 3 La transmitancia térmica para el primer metro del muro enterrado se obtendrá de la columna $z=1\text{m}$
- 4 En el caso de muros cuya composición varíe con la profundidad, como muestra la figura E.4, la transmitancia térmica U_T se obtendrá de la expresión:
$$U_T = \frac{U_1 \cdot z_1 + U_2 \cdot z_2 - U_{12} \cdot z_1}{z_2} \quad (\text{E.5})$$

siendo

z_1 y z_2 la profundidad del primer y el segundo tramo respectivamente [m].

U_1 la transmitancia térmica del primer tramo del muro, obtenida de la tabla E.5 para una profundidad $z=z_1$ y una resistencia térmica $R_m=R_1$ [$\text{W/m}^2\text{K}$];

U_2 la transmitancia térmica obtenida de la tabla E.5 de un muro hipotético de profundidad $z=z_2$ y resistencia térmica $R_m=R_2$ [$\text{W/m}^2\text{K}$];

U_{12} la transmitancia térmica obtenida de la tabla E.5 de un muro hipotético de profundidad $z=z_1$ y resistencia térmica $R_m=R_2$ [$\text{W/m}^2\text{K}$];
- 5 Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_T podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 370:1999.

E.1.2.3 Cubiertas enterradas

- 1 La transmitancia térmica U_T ($\text{W/m}^2\text{K}$) de las cubiertas enterradas se obtendrá mediante procedimiento descrito en el apartado E.1.1, considerando el terreno como otra capa térmicamente homogénea de conductividad $\lambda = 2 \text{ W/mK}$.

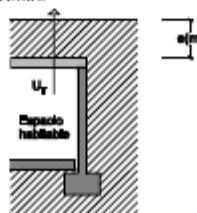


Figura E.6 Cubierta enterrada

E.1.3 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables

- 1 Para el cálculo de la transmitancia U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) se consideran en este apartado el caso de cualquier partición interior en contacto con un espacio no habitable que a su vez esté en contacto con el exterior.

E.1.3.1 Particiones interiores (excepto suelos en contacto con cámaras sanitarias)

- 1 Se excluyen de este apartado los vacíos o cámaras sanitarias.
 2 La transmitancia térmica U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p b \quad (\text{E.6})$$

siendo

U_p la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, calculada según el apartado E.1.1, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla E.6. [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$];

b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable) obtenido por la tabla E.7 para los casos concretos que se citan o mediante el procedimiento descrito.

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$

Posición de la partición interior y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{se}
Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal	0,13	0,13
Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente	0,10	0,10
Particiones interiores horizontales y flujo descendente	0,17	0,17

- 3 El coeficiente de reducción de temperatura b para espacios adyacentes no habitables (traseros, despensas, garajes adyacentes...) y espacios no acondicionados bajo cubierta inclinada se podrá obtener de la tabla E.7 en función de la situación del aislamiento térmico (véase figura E.6), del grado de ventilación del espacio y de la relación de áreas entre la partición interior y el cerramiento (A_p/A_m). Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.
 4 Se distinguen dos grados de ventilación en función del nivel de estanqueidad del espacio definido en la tabla E.8:

- CASO 1 espacio ligeramente ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 1, 2 o 3;
 CASO 2 espacio muy ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 4 o 5.

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

A_{nh}/A_{hs}	No aislado _{nh} -Aislado _{hs}		No aislado _{nh} -No aislado _{hs}		Aislado _{nh} -No aislado _{hs}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 \leq 0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 \leq 0,75	0,98	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 \leq 1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 \leq 1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 \leq 2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 \leq 2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 \leq 3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

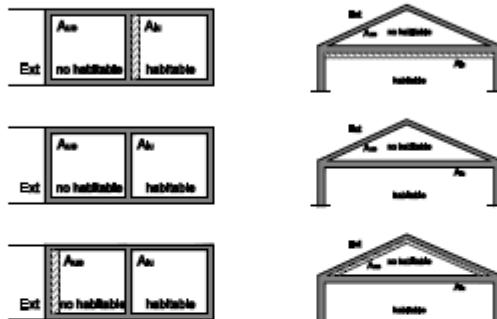


Figura E.6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

NOTA: El subíndice nh se refiere al cerramiento entre el espacio no habitable y el exterior;
El subíndice h se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

- 5 El coeficiente de reducción de temperatura b, para el resto de espacios no habitables, se define mediante la siguiente expresión:

$$b = \frac{H_{nh}}{H_h + H_{nh}} \quad (E.7)$$

siendo

H_{nh} es el coeficiente de pérdida del espacio no habitable hacia el exterior [W/m];

H_h es el coeficiente de pérdida del espacio habitable hacia el espacio no habitable [W/m].

- 6 Los coeficientes H_{nh} y H_h incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire. Se calculan mediante las fórmulas siguientes:

$$H_{nh} = \sum U_{nh} A_{nh} + 0,34 Q_{nh} \quad (E.8)$$

$$H_h = \sum U_h A_h + 0,34 Q_h \quad (E.9)$$

siendo

U_{nh} la transmitancia térmica del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior, calculado mediante la expresión (E.1) si está en contacto con el aire o mediante la metodología descrita en el apartado E.1.2 si está en contacto con el terreno [W/m²K];

U_h la transmitancia térmica del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable calculado mediante la expresión (E.1) [W/m²K];

A_{nh} el área del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior;

A_h el área del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable;

- Q_{e*} el caudal de aire entre el exterior y el espacio no habitable (m^3/h);
 Q_{e*} el caudal de aire entre el espacio no habitable y el espacio habitable (m^3/h).

- 7 Para el cálculo del caudal de aire Q_{e*} se utilizarán los valores del apartado 2 de la Sección HS3 del DB "Salubridad". En ausencia de datos podrán utilizar los valores de renovaciones hora (h^{-1}) contenidos en la tabla E.8 multiplicados por el volumen del espacio no habitable.

Tabla E.8 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior (h^{-1})

Nivel de estanqueidad	h^{-1}
1 Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
2 Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0,5
3 Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación	1
4 Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
5 Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

- 8 Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 789:2001.

E.1.3.2 Suelos en contacto con cámaras sanitarias

- Este apartado es aplicable para cámaras de aire ventiladas por el exterior que cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:
 - que tengan una altura h inferior o igual a 1 m;
 - que tengan una profundidad z respecto al nivel del terreno inferior o igual a 0,5 m.
- En caso de no cumplirse la condición a), pero sí la b), la transmitancia del cerramiento en contacto con la cámara se calculará mediante el procedimiento descrito en el apartado E.1.1.
- En caso de no cumplirse la condición b), la transmitancia del cerramiento se calculará mediante la definición general del coeficiente b descrito en el apartado E.1.3.1.

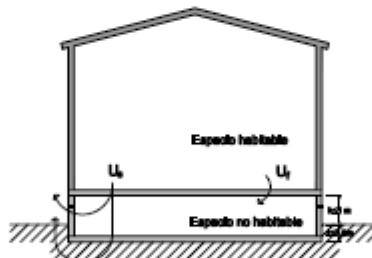


Figura 3.8. Cámaras sanitarias

- La transmitancia térmica del suelo sanitario U_s viene dada por la tabla E.9, en función longitud característica B' del suelo en contacto con la cámara y su resistencia térmica R_s calculada mediante la expresión (E.2) despreciando las resistencias térmicas superficiales.
- Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

Tabla E.8 Transmittancia térmica U_g en $W/m^2 K$

B'	R _t ($m^2 K/W$)					
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
5	2,63	1,14	0,72	0,53	0,42	0,35
6	2,30	1,07	0,70	0,52	0,41	0,34
7	2,06	1,01	0,67	0,50	0,40	0,33
8	1,87	0,97	0,65	0,49	0,39	0,33
9	1,73	0,93	0,63	0,48	0,39	0,32
10	1,61	0,89	0,62	0,47	0,38	0,32
12	1,43	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31
14	1,30	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31
16	1,20	0,75	0,55	0,43	0,35	0,30
18	1,12	0,72	0,53	0,42	0,35	0,29
20	1,06	0,69	0,51	0,41	0,34	0,29
22	1,00	0,67	0,50	0,40	0,33	0,29
24	0,96	0,65	0,49	0,39	0,33	0,28
26	0,92	0,63	0,48	0,39	0,32	0,28
28	0,89	0,61	0,47	0,38	0,32	0,28
30	0,86	0,60	0,46	0,38	0,32	0,27
32	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31	0,27
34	0,81	0,58	0,45	0,37	0,31	0,27
36	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31	0,27

- 6 Alternativamente, para un cálculo más detallado podrá utilizarse el método descrito en el apartado 10 de la norma UNE EN ISO 13 370.

E.1.4 Huecos y lucernarios

E.1.4.1 Transmittancia térmica de huecos

- 1 La transmittancia térmica de los huecos U_h ($W/m^2 K$) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_h = (1-FM) \cdot U_{h,v} + FM \cdot U_{h,m} \quad (E.10)$$

siendo

$U_{h,v}$ la transmittancia térmica de la parte semitransparente ($W/m^2 K$);

$U_{h,m}$ la transmittancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta ($W/m^2 K$);

FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

- 2 En ausencia de datos, la transmittancia térmica de la parte semitransparente $U_{h,v}$ podrá obtenerse según según la norma UNE EN ISO 10 077-1:2001.

E.2 Factor solar modificado de huecos y lucernarios

- 1 El factor solar modificado en el hueco F_h o en el lucernario F_l se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F = F_s \cdot [(1-FM) \cdot g_L + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha] \quad (E.11)$$

siendo

F_s el factor de sombra del hueco o lucernario obtenido de las tablas E.11 a E.15 en función del dispositivo de sombra o mediante simulación. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de F_s se debe considerar igual a la unidad;

FM la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas;

g_L el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal. El factor solar puede ser obtenido por el método descrito en la norma UNE EN 410:1998;

U_m la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [W/m^2K];
 α la absorbividad del marco obtenida de la tabla E.10 en función de su color.

Tabla E.10 Absorbtividad del marco para radiación solar α

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	...
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Cris	0,40	0,65	...
Negro	...	0,98	...

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo

ORIENTACIONES DE FACHADAS	0 < D/H ≤ 0,2	0,2 < D/H ≤ 0,5	0,5 < D/H ≤ 1	1 < D/H ≤ 2	D/H > 2	NOTA: En caso de que exista un retransqueo, la longitud L se medirá desde el centro del obstáculo.		
						0 < D/H ≤ 0,2	0,2 < D/H ≤ 0,5	D/H > 0,5
O	0,82	0,50	0,28	0,16		0,87	0,64	0,39
SE	0,90	0,71	0,43	0,16		0,94	0,82	0,60
SO	0,98	0,93	0,84	0,65		0,92	0,77	0,55
E	0,96	0,86	0,70	0,43		0,99	0,96	0,89
								0,75

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retrancueo

ORIENTACIONES DE FACHADAS	0 < RW ≤ 0,1	0,1 < RW ≤ 0,2	0,2 < RW ≤ 0,5	0,5 < RW ≤ 0,9	RW > 0,9	NOTA: En caso de que exista un retransqueo, la longitud L se medirá desde el centro del obstáculo.				
						0 < RW ≤ 0,1	0,1 < RW ≤ 0,2	0,2 < RW ≤ 0,5	0,5 < RW ≤ 0,9	RW > 0,9
O	0,82	0,74	0,62	0,39		0,78	0,67	0,58	0,35	
SE	0,86	0,81	0,72	0,51		0,79	0,74	0,66	0,47	
SO	0,90	0,88	0,76	0,56		0,93	0,90	0,84	0,66	
E	0,98	0,96	0,92	0,81		0,91	0,87	0,81	0,65	
									0,61	
									0,51	
									0,48	
									0,39	

Tabla E.13 Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas

ORIENTACIÓN	LAMAS HORIZONTALES	ANGULO DE INCLINACIÓN (β)						
		0	30	60				
ORIENTACIÓN	SUR	0,49	0,42	0,26				
	SURESTE/SUROESTE	0,54	0,44	0,26				
	ESTE/OESTE	0,57	0,45	0,27				
ORIENTACIÓN	LAMAS VERTICALES	ANGULO DE INCLINACIÓN (α)						
		-60	-45	-30	0	30	45	60
ORIENTACIÓN	SUR	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
	SURESTE	0,46	0,53	0,58	0,58	0,47	0,40	0,30
	ESTE	0,39	0,47	0,54	0,63	0,55	0,46	0,32
	OESTE	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29
	SUROESTE	0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38

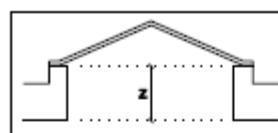
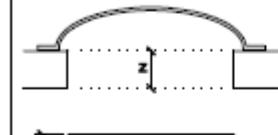
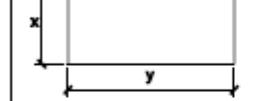
NOTAS Los valores de factor de sombra que se indican en estas tablas han sido calculados para una relación D/L igual o inferior a 1. El ángulo α debe ser medido desde la normal a la fachada hacia el plano de las lamas, considerándose positivo en dirección horaria.

Tabla E.14 Factor de sombra para obstáculos de fachada: toldos

CASO A	Tejido opacos $\tau=0$		Tejidos translúcidos $\tau=0,2$		
	α	SE/SO	E/O	SE/SO	E/O
30		0,02	0,04	0,22	0,24
45		0,05	0,08	0,25	0,28
60		0,22	0,28	0,42	0,48

CASO B	Tejido opacos $\tau=0$			Tejidos translúcidos $\tau=0,2$			
	α	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O
30	0,43	0,61	0,67	0,63	0,81	0,87	
45	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60	
60	0,14	0,39	0,28	0,34	0,42	0,48	

Tabla E.16 Factor de sombra para lucernarios

  	Y / Z	Y / Z					
		0,1	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
	0,1	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44
	0,5	0,43	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52
	1,0	0,43	0,48	0,52	0,55	0,58	0,59
	2,0	0,43	0,50	0,55	0,60	0,66	0,68
	5,0	0,44	0,51	0,58	0,66	0,75	0,79
	10,0	0,44	0,52	0,59	0,68	0,79	0,85

NOTAS Los valores de factor de sombra que se indican en esta tabla son válidos para lucernarios sensiblemente horizontales.
En caso de lucernarios de planta elíptica o circular podrán tomarse como dimensiones características equivalentes los ejes mayor y menor o el diámetro.

Apéndice F Resistencia térmica total de un elemento de edificación constituido por capas homogéneas y heterogéneas.

- 1 La resistencia térmica total R_T de un elemento constituido por capas térmicamente homogéneas y heterogéneas paralelas a la superficie, es la media aritmética de los valores límite superior e inferior de la resistencia:

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} \quad (F.1)$$

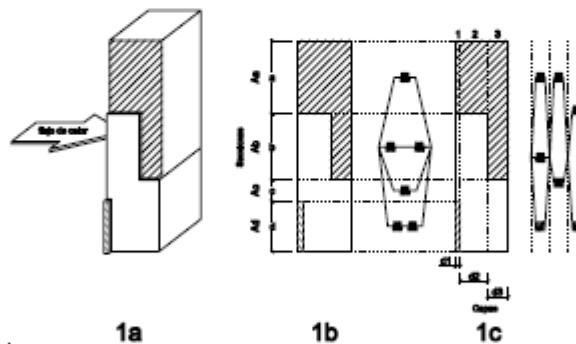
siendo

R'_T el límite superior de la resistencia térmica total calculada mediante el procedimiento descrito en el apartado F.1 [$m^2 K/W$];

R''_T el límite inferior de la resistencia térmica total calculada mediante el procedimiento descrito en el apartado F.2 [$m^2 K/W$].

- 2 Si la proporción entre el límite superior e inferior es mayor de 1,5, se deberán utilizar los métodos descritos en la norma UNE EN ISO 10 211-1: 1995 o UNE EN ISO 10 211-2: 2002.
- 3 Para realizar el cálculo de los valores límite superior e inferior, el elemento se divide en rebanadas horizontales (figura 1b) y verticales (figura 1c) como se muestra en la figura F.1, de tal manera que las capas que se generan sean térmicamente homogéneas.

Figura F.1



- 4 La rebanada horizontal m ($m = a, b, c, \dots, q$) tiene un área fraccional f_m .
- 5 La rebanada vertical j ($j = 1, 2, \dots, n$) tiene un espesor q_j .
- 6 La capa mj tiene una conductividad térmica λ_{mj} , un espesor q_j , un área fraccional f_m y una resistencia térmica R_{mj} .
- 7 El área fraccional de una sección es su proporción del área total. Entonces $f_a + f_b + \dots + f_q = 1$.

F.1 Límite superior de la resistencia térmica total R'_T

- 8 El límite superior de la resistencia térmica total se determina suponiendo que el flujo de calor es unidimensional y perpendicular a las superficies del componente. Viene dado por la siguiente expresión:

$$\frac{1}{R'_T} = \frac{f_a}{R_{ta}} + \frac{f_b}{R_{tb}} + \dots + \frac{f_q}{R_{tq}} \quad (F.2)$$

siendo

$R_{T1}, R_{T2}, \dots, R_{Tq}$ las resistencias térmicas totales de cada rebanada horizontal, calculada mediante la expresión (E.2) [$\text{m}^2 \text{K/W}$];
 f_1, f_2, \dots, f_q las áreas fraccionales de cada rebanada horizontal.

F.2 Límite inferior de la resistencia térmica total R''_T

- 1 El límite inferior se determina suponiendo que todos los planos paralelos a la superficie del componente son superficies isotermales.
- 2 El cálculo de la resistencia térmica equivalente R_j , para cada rebanada vertical térmicamente heterogénea se realizará utilizando la siguiente expresión:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_1}{R_{s1}} + \frac{f_2}{R_{s2}} + \dots + \frac{f_q}{R_{sq}} \quad (\text{F.3})$$

siendo

$R_{s1}, R_{s2}, \dots, R_{sq}$ las resistencias térmicas de cada capa de cada rebanada vertical, calculadas mediante la expresión (E.3) [$\text{m}^2 \text{K/W}$];
 f_1, f_2, \dots, f_q las áreas fraccionales de cada rebanada vertical.

- 3 El límite inferior se determina entonces según la siguiente expresión:

$$R''_T = R_{s1} + R_{s2} + \dots + R_{sq} + R_{se} \quad (\text{F.4})$$

siendo

$R_{s1}, R_{s2}, \dots, R_{sq}$ las resistencias térmicas equivalentes de cada rebanada vertical, obtenida de la expresión (F.3) [$\text{m}^2 \text{K/W}$];

R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento, dirección del flujo de calor [$\text{m}^2 \text{K/W}$].

- 4 Si una de las capas que constituyen la rebanada heterogénea es una cavidad de aire sin ventilar, se podrá considerar como un material de conductividad térmica equivalente λ'_j definida mediante la expresión:

$$\lambda'_j = d_j / R_j \quad (\text{F.5})$$

siendo

d_j el espesor de la rebanada vertical [m];
 R_j la resistencia térmica de la cavidad de aire sin ventilar calculada mediante el apartado F.3 [$\text{m}^2 \text{K/W}$].

F.3 Resistencia térmica de cavidades de aire sin ventilar R_g

- 1 Se consideran cavidades de aire sin ventilar los pequeños espacios de aire cuyo largo y ancho es inferior a 10 veces su espesor en dirección al flujo de calor.
- 2 La resistencia térmica R_g de una cavidad de aire sin ventilar se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_g = \frac{1}{h_a + \frac{1}{h_{r0}} + \frac{1}{\frac{E}{E-1} + \frac{1}{\frac{1}{\lambda'_j} + \frac{1}{\lambda'_j \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d^2}{b^2} \right) - \frac{d}{b}} \right)}}}} \quad (\text{F.6})$$

siendo

- d el espesor del hueco en la dirección del flujo de calor;
- b la anchura del hueco;
- E el factor de emisividad entre las superficies calculada mediante la expresión (F.7);
- h_s el coeficiente de conducción convección cuyo valor viene dado en función de la dirección del flujo de calor:
 - para flujo de calor horizontal: el mayor de 1, 25 W/m²K y 0,025/d W/m²K;
 - para flujo de calor hacia arriba: el mayor de 1, 95 W/m²K y 0,025/d W/m²K;
 - para flujo de calor hacia abajo: el mayor de 0, 12d^{0,44} W/m²K y 0,025/d W/m²K.
- h_r es el coeficiente de radiación para una superficie negra obtenido de la tabla F.1.

- 3 El factor de emisividad entre las superficies E viene dado por la siguiente expresión:

$$E = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} \quad (F.7)$$

siendo

ε₁ y ε₂ las emisividades corregidas de las superficies que rodean el hueco.

Tabla F.1: coeficiente de radiación para una superficie negra

Temperatura	H _r en W/m ² K
-10	4,1
0	4,6
10	5,1
20	5,7
30	6,3

Apéndice G Condensaciones

G.1 Condiciones para el cálculo de condensaciones

G.1.1 Condiciones exteriores

- 1 Se tomarán como temperatura exterior y humedad relativa exterior los valores medios mensuales de la localidad donde se ubique el edificio.
- 2 Para las capitales de provincia, los valores que se usarán serán los contenidos en la tabla G.1.
- 3 En el caso de localidades que no sean capitales de provincia y que no dispongan de registros climáticos contrastados, se supondrá que la temperatura exterior es igual a la de la capital de provincia correspondiente minorada en 1 °C por cada 100 m de diferencia de altura entre ambas localidades. La humedad relativa para dichas localidades se calculará suponiendo que su humedad absoluta es igual a la de su capital de provincia.
- 4 El procedimiento a seguir para el cálculo de la humedad relativa de una cierta localidad a partir de los datos de su capital de provincia es el siguiente:
 - a) cálculo de la presión de saturación de la capital de provincia P_{sat} en [Pa], a partir de su temperatura exterior para el mes de cálculo en [°C], según el apartado G.3.1
 - b) cálculo de la presión de vapor de la capital de provincia P_s en [Pa], mediante la expresión:
$$P_s = \phi_s * P_{sat}(\theta_s)$$
 (G.1)
- 5 Si la localidad se encuentra a menor altura que la de referencia se tomará para dicha localidad la misma temperatura y humedad que la que corresponde a la capital de provincia.

Tabla G.2 Datos climáticos mensuales de capitales de provincia, T en °C y HR en %

Localidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Albacete	5,0	6,3	8,5	10,9	15,3	20,0	24,0	23,7	20,0	14,1	8,5	5,3
	HR _{med}	78	70	62	60	54	50	44	50	58	70	77
Alicante	11,6	12,4	13,8	15,7	18,6	22,2	25,0	25,5	23,2	19,1	15,0	12,1
	HR _{med}	67	65	63	65	65	64	68	69	70	69	68
Almería	12,4	13,0	14,4	16,1	18,7	23,3	25,5	26,0	24,1	20,1	16,2	13,3
	HR _{med}	70	68	66	65	67	65	64	66	69	70	69
Avila	3,1	4,0	5,6	7,6	11,5	16,0	19,9	19,4	16,5	11,2	6,0	3,4
	HR _{med}	75	70	62	61	55	50	39	40	50	65	73
Badajoz	8,7	10,1	12,0	14,2	17,9	22,3	25,3	25,0	22,6	17,4	12,1	9,0
	HR _{med}	80	78	69	66	60	55	50	57	58	77	82
Barcelona	8,8	9,5	11,1	12,8	16,0	19,7	22,9	23,0	21,0	17,1	12,5	9,8
	HR _{med}	73	70	70	70	72	70	69	72	74	74	71
Bilbao	8,9	9,6	10,4	11,8	14,8	17,4	19,7	19,8	18,8	16,0	11,8	9,5
	HR _{med}	73	70	70	72	71	72	73	75	74	74	74
Burgos	2,6	3,9	5,7	7,6	11,2	15,0	18,4	18,3	15,8	11,1	5,8	3,2
	HR _{med}	86	80	73	72	69	67	61	62	67	76	83
Cáceres	7,8	9,3	11,7	13,0	16,6	22,3	26,1	25,4	23,6	17,4	12,0	8,8
	HR _{med}	55	53	60	63	65	76	76	78	74	65	57
Cádiz	12,8	13,5	14,7	16,2	18,7	21,5	24,0	24,5	23,5	20,1	16,1	13,3
	HR _{med}	77	75	70	71	71	70	69	70	73	76	77
Castellón	10,1	11,1	12,7	14,2	17,2	21,3	24,1	24,5	22,3	18,3	13,5	11,2
	HR _{med}	68	66	64	66	67	66	66	69	71	71	69
Ceuta	11,5	11,6	12,6	13,0	16,3	18,8	21,7	22,2	20,2	17,7	14,1	12,1
	HR _{med}	87	87	88	87	87	87	87	87	89	89	88
Ciudad Real	5,7	7,2	9,6	11,9	16,0	20,8	25,0	24,7	21,0	14,8	9,1	5,9
	HR _{med}	80	74	66	65	59	54	47	48	57	68	78
Córdoba	9,5	10,9	13,1	15,2	19,2	23,1	26,9	26,7	23,7	18,4	12,9	9,7
	HR _{med}	80	75	67	65	58	53	46	49	55	67	80
A Coruña	10,2	10,6	11,3	12,1	14,1	16,4	18,4	18,9	18,1	15,7	12,7	10,9
	HR _{med}	77	78	74	76	78	79	79	79	79	79	78
Cuenca	4,2	5,2	7,4	9,6	13,6	18,2	22,4	22,1	18,6	12,9	7,6	4,8
	HR _{med}	78	73	64	62	58	54	44	46	56	68	76
Girona	6,8	7,9	9,8	11,6	15,4	19,4	22,8	22,4	19,9	15,2	10,2	7,7
	HR _{med}	77	73	71	71	70	67	62	68	72	76	75
Granada	6,5	8,4	10,5	12,4	16,3	21,1	24,3	24,1	21,1	15,4	10,6	7,4
	HR _{med}	78	71	64	61	56	49	42	42	53	62	73
Guadalajara	5,5	6,8	8,8	11,6	15,3	19,8	23,5	22,8	19,5	14,1	9,0	5,9
	HR _{med}	80	76	69	68	67	62	53	54	61	72	79
Huelva	12,2	12,8	14,4	16,5	19,2	22,2	25,3	25,7	23,7	20,0	15,4	12,5
	HR _{med}	76	72	66	63	60	59	54	54	60	67	72
Huesca	4,7	6,7	9,0	11,3	15,3	19,5	23,3	22,7	19,7	14,6	8,7	5,3
	HR _{med}	80	73	64	63	60	56	48	53	61	70	78
Jaén	8,7	9,9	12,0	14,3	18,5	23,1	27,2	27,1	23,6	17,6	12,2	8,7
	HR _{med}	77	72	67	64	59	53	44	45	55	67	75
León	3,1	4,4	6,6	8,6	12,1	16,4	19,7	19,1	16,7	11,7	6,8	3,8
	HR _{med}	81	75	66	63	60	57	52	53	60	72	78
Lleida	5,5	7,8	10,3	13,0	17,1	21,2	24,6	24,0	21,1	15,7	9,2	5,8
	HR _{med}	81	69	61	56	56	54	47	54	62	70	77
Logroño	5,8	7,3	9,4	11,6	15,1	19,0	22,2	21,8	19,2	14,4	9,1	6,3
	HR _{med}	75	68	62	61	59	56	55	56	61	69	73
Lugo	5,8	6,5	7,8	9,5	11,7	14,9	17,2	17,5	16,0	12,5	8,6	6,3
	HR _{med}	85	81	77	77	76	76	76	77	82	84	85

Localidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Madrid	T _{med} 6,2 HR _{med} 71	7,4 68	9,0 58	12,2 55	16,0 51	20,7 48	24,4 37	23,9 39	20,5 50	14,7 63	9,4 70	6,4 73
Málaga	T _{med} 12,2 HR _{med} 71	12,8 70	14,0 66	15,8 65	18,7 61	22,1 59	24,7 60	25,3 63	23,1 65	19,1 70	15,1 72	12,6 72
Melilla	T _{med} 13,2 HR _{med} 72	13,8 72	14,6 71	15,9 70	18,3 69	21,5 68	24,4 67	25,3 68	23,5 72	20,0 75	16,6 74	14,1 73
Murcia	T _{med} 10,6 HR _{med} 72	11,4 69	12,6 69	14,5 68	17,4 70	21,0 71	23,9 72	24,6 74	22,5 73	18,7 73	14,3 73	11,3 73
Ourense	T _{med} 7,4 HR _{med} 83	9,3 75	10,7 69	12,4 69	15,3 70	19,3 67	21,9 64	21,7 61	19,8 62	15,0 64	10,6 73	8,2 84
Oviedo	T _{med} 7,5 HR _{med} 77	8,5 75	9,5 74	10,3 77	12,8 79	15,8 80	18,0 80	18,3 80	17,4 78	14,0 78	10,4 78	8,7 76
Palencia	T _{med} 4,1 HR _{med} 84	5,8 77	7,5 71	9,5 70	13,0 67	17,2 64	20,7 58	20,3 59	17,9 63	13,0 73	7,6 80	4,4 85
Palma de Mallorca	T _{med} 11,8 HR _{med} 71	11,8 69	12,9 68	14,7 67	17,8 69	21,8 69	24,6 67	25,3 71	23,5 73	20,0 72	15,6 72	13,0 71
Palmas, Las	T _{med} 17,5 HR _{med} 68	17,8 67	18,3 65	18,7 65	19,9 67	21,4 66	23,2 66	24,0 67	23,9 69	22,5 70	20,4 70	18,3 68
Pamplona	T _{med} 4,5 HR _{med} 80	6,5 73	8,0 68	9,9 66	13,3 66	17,3 62	20,5 58	20,3 61	18,2 61	13,7 68	8,3 76	5,7 79
Pontevedra	T _{med} 9,9 HR _{med} 74	10,7 73	11,9 69	13,6 67	15,4 68	18,8 68	20,7 65	20,5 65	19,1 69	16,1 72	12,6 73	10,3 74
S,Sebastián	T _{med} 7,9 HR _{med} 76	8,5 74	9,4 74	10,7 79	13,5 79	16,1 82	18,4 82	18,7 83	18,0 79	15,2 76	10,9 76	8,6 76
Salamanca	T _{med} 3,7 HR _{med} 85	5,3 78	7,3 69	9,6 66	13,4 62	17,8 58	21,0 50	20,3 53	17,5 62	12,3 74	7,0 82	4,1 86
Santa Cruz de Tenerife	T _{med} 17,9 HR _{med} 66	18,0 66	18,6 62	19,1 61	20,5 60	22,2 59	24,6 56	25,1 58	24,4 63	22,4 65	20,7 67	18,8 66
Santander	T _{med} 9,7 HR _{med} 71	10,3 71	10,8 71	11,9 74	14,3 75	17,0 77	19,3 77	19,5 78	18,5 77	16,1 75	12,5 73	10,5 72
Segovia	T _{med} 4,1 HR _{med} 75	5,2 71	7,1 65	9,1 65	13,1 61	17,7 55	21,6 47	21,2 49	17,9 55	12,6 65	7,3 73	4,3 78
Sevilla	T _{med} 10,7 HR _{med} 79	11,9 75	14,0 68	16,0 65	19,8 59	23,4 58	26,8 51	26,8 52	24,4 58	19,5 67	14,3 76	11,1 79
Soria	T _{med} 2,9 HR _{med} 77	4,0 73	5,8 68	8,0 67	11,8 64	16,1 60	19,9 58	19,5 58	18,5 60	11,3 70	6,1 76	3,4 78
Taragona	T _{med} 10,0 HR _{med} 65	11,3 63	13,1 59	15,3 61	18,4 60	22,2 59	25,3 58	25,3 62	22,7 67	18,4 70	13,9 68	10,7 66
Teruel	T _{med} 3,8 HR _{med} 72	4,8 67	6,8 60	9,3 60	12,6 55	17,5 50	21,3 54	20,6 59	17,9 66	12,1 66	7,0 71	4,5 76
Toledo	T _{med} 6,1 HR _{med} 78	8,1 72	10,9 59	12,8 62	16,8 55	22,5 47	26,5 43	25,7 45	22,6 54	18,2 68	10,7 77	7,1 81
Valencia	T _{med} 10,4 HR _{med} 63	11,4 61	12,6 60	14,5 62	17,4 64	21,1 68	24,0 67	24,5 69	22,3 68	18,3 67	13,7 66	10,9 64
Valladolid	T _{med} 4,1 HR _{med} 82	6,1 72	8,1 62	9,9 61	13,3 57	18,0 52	21,5 44	21,3 46	18,6 53	12,9 57	7,6 77	4,8 83
Vitoria	T _{med} 4,6 HR _{med} 83	6,0 78	7,2 72	9,2 71	12,4 71	15,6 69	18,3 70	18,5 70	16,5 70	12,7 70	7,5 74	5,0 81
Zamora	T _{med} 4,3 HR _{med} 83	6,3 75	8,3 65	10,5 63	14,0 59	18,5 54	21,8 47	21,3 50	18,7 58	13,4 70	8,1 79	4,9 83
Zaragoza	T _{med} 6,2 HR _{med} 76	8,0 69	10,3 60	12,8 59	16,8 55	21,0 52	24,3 48	23,8 54	20,7 61	15,4 70	9,7 75	6,5 77

G.1.2 Condiciones interiores**G.1.2.1 Para el cálculo de condensaciones superficiales**

- 1 Se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para el mes de enero.
- 2 En caso de conocer el ritmo de producción de la humedad interior, y la tasa de renovación de aire, se podrá calcular la humedad relativa interior del mes de enero mediante el método descrito en el apartado G.3.2.
- 3 Si se dispone del dato de humedad relativa interior y ésta se mantiene constante, debido por ejemplo a un sistema de climatización, se podrá utilizar dicho dato en el cálculo añadiéndole 0,05 como margen de seguridad.

G.1.2.2 Para el cálculo de condensaciones intersticiales

- 1 En ausencia de datos más precisos, se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para todos los meses del año, y una humedad relativa del ambiente interior en función de la clase de higrometría del espacio:

a) clase de higrometría 5:	70%
b) clase de higrometría 4:	62%
c) clase de higrometría 3 o inferior:	55%
- 2 En caso de conocer el ritmo de producción de la humedad interior, y la tasa de renovación de aire, se podrá calcular la humedad relativa interior para cada mes del año mediante el método descrito en el apartado G.3.2.
- 3 Si se disponen de los datos temperatura interior y de humedad relativa interior, se podrán utilizar dichos datos en el cálculo añadiéndole 0,05 a la humedad relativa como margen de seguridad.

G.2 Comprobación de las condensaciones**G.2.1 Condensaciones superficiales****G.2.1.1 Factor de temperatura de la superficie interior de un cerramiento**

- 1 El factor de temperatura de la superficie interior f_{hi} , para cada cerramiento, partición interior, o puentes térmicos integrados en los cerramientos, se calculará a partir de su transmitancia térmica mediante la siguiente ecuación:

$$f_{\text{hi}} = 1 - U \cdot 0,25 \quad (\text{G.6})$$

siendo

U la transmitancia térmica del cerramiento, partición interior, o puente térmico integrado en el cerramiento calculada por el procedimiento descrito en el apartado E.1 [W/m² K].

- 2 El factor de temperatura de la superficie interior f_{hi} para los puentes térmicos formados por encuentros de cerramientos se calcularán aplicando los métodos descritos en las normas UNE EN ISO 10 211-1:1995 y UNE EN ISO 10 211-2:2002. Se podrán tomar por defecto los valores recogidos en Documentos Reconocidos.

G.2.1.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo

- 1 El factor de temperatura de la superficie interior mínimo aceptable $f_{\text{hi,min}}$ de un puente térmico, cerramiento o partición interior se podrá calcular a partir de la siguiente expresión:

$$f_{\text{hi,min}} = \frac{\theta_{\text{aire}} - \theta_e}{20 - \theta_e} \quad (\text{G.3})$$

siendo

θ_e la temperatura exterior de la localidad en el mes de enero definida en el apartado G.1.1 [°C];

$\theta_{s,min}$ la temperatura superficial interior mínima aceptable obtenida de la siguiente expresión [°C]:

$$\theta_{s,min} = \frac{237,3 \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610,5} \right)}{17,269 - \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610,5} \right)} \quad (G.4)$$

donde

P_{sat} es la presión de saturación máxima aceptable en la superficie obtenida de la siguiente expresión [Pa]:

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0,8} \quad (G.5)$$

donde

P_i es la presión del vapor interior obtenida de la siguiente expresión [Pa].

$$P_i = \phi_i \cdot 2337 \quad (G.6)$$

donde

ϕ_i es la humedad relativa interior definida en el apartado G.1.2.1 [en tanto por 1].

G.2.2 Condensación e intersticiales

G.2.2.1 Distribución de temperatura

- La distribución de temperaturas a lo largo del espesor de un cerramiento formado por varias capas depende de las temperaturas del aire a ambos lados de la misma, así como de las resistencias térmicas superficiales interior R_e y exterior R_{se} y de las resistencias térmicas de cada capa ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$).
- El procedimiento a seguir para el cálculo de la distribución de temperaturas es el siguiente:
 - cálculo de la resistencia térmica total del elemento constructivo mediante la expresión (E.2).
 - cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} :

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad (G.7)$$

siendo

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio según G.1.1 correspondiente a la temperatura media del mes de enero [°C];

θ_i la temperatura interior definida en el apartado G.1.2.2 [°C];

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo obtenido mediante la expresión (E.2) [$\text{m}^2 \text{K/W}$];

R_{se} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, tomada de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [$\text{m}^2 \text{K/W}$].

- cálculo de la temperatura en cada una de las capas que componen el elemento constructivo según las expresiones siguientes:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad (H.8)$$

siendo

- θ_{∞} la temperatura superficial exterior [°C];
 θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio obtenida del apartado G.1.1 correspondiente a la temperatura media del mes de enero [°C];
 θ_i la temperatura interior definida en el apartado G.1.2.2 [°C];
 $\theta_1, \dots, \theta_{n-1}$ la temperatura en cada capa [°C];
 R_1, R_2, \dots, R_n las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (E.3) [$\text{m}^2 \text{K/W}$];
 R_T la resistencia térmica total del componente constructivo, calculada mediante la expresión (E.2) [$\text{m}^2 \text{K/W}$];

d) cálculo de la temperatura superficial interior θ_e :

$$\theta_e = \theta_{\infty} + \frac{R_{\infty}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_{\infty}) \quad (\text{G.9})$$

siendo

- θ_{∞} la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio obtenida del apartado G.1.1 correspondiente a la temperatura media del mes de enero [°C];
 θ_i la temperatura interior definida en el apartado G.1.2.2 [°C];
 θ_n la temperatura en la capa n [°C];
 R_{∞} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, tomada de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [$\text{m}^2 \text{K/W}$];
 R_T la resistencia térmica total del componente constructivo calculada mediante la expresión (E.2) [$\text{m}^2 \text{K/W}$];

3 Se considera que la distribución de temperaturas en cada capa es lineal.

G.2.2.2 Distribución de la presión de vapor de saturación

Se determinará la distribución de la presión de vapor de saturación a lo largo de un muro formado por varias capas, a partir de la distribución de temperaturas obtenida anteriormente, mediante las expresiones indicadas en el apartado G.3.1.

G.2.2.3 Distribución de presión de vapor

1 La distribución de presión de vapor a través del cerramiento se calculará mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 P_i &= P_{\infty} + \frac{S_{\infty}}{\sum S_n} \cdot (P_i - P_{\infty}) \\
 P_i &= P_i + \frac{S_{\infty}}{\sum S_n} \cdot (P_i - P_{\infty}) \\
 &\dots \\
 P_n &= P_{n-1} + \frac{S_{n-1}}{\sum S_n} \cdot (P_n - P_{n-1}) \quad (\text{G.10})
 \end{aligned}$$

siendo

- P_i la presión de vapor del aire interior [Pa];
 P_{∞} la presión de vapor del aire exterior [Pa];
 P_1, \dots, P_{n-1} la presión de vapor en cada capa n [Pa];
 $S_{\infty}, \dots, S_{n-1}$ el espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua, calculado mediante la siguiente expresión [m];

$$S_{\infty} = \theta_n \cdot \mu_n \quad (\text{G.11})$$

donde

μ_n es el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, calculado a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456: 2001 o tomado de Documentos Reconocidos;

e_n es el espesor de la capa n [m].

- 2 La distribución de presiones de vapor a través del cerramiento se puede representar gráficamente mediante una línea recta que une el valor de P_i con $P_{e,i}$ dibujado sobre la sección del cerramiento utilizando los espesores de capa equivalentes a la difusión de vapor de agua, S_{en} (véase figura G.1)
- 3 Para el cálculo analítico de P_i y de $P_{e,i}$ en función de la temperatura y de la humedad relativa, se utilizará la siguiente expresión:

$$P_i = \phi_i \cdot P_{sat}(\theta_i) \quad (G.12)$$

$$P_{e,i} = \phi_{e,i} \cdot P_{sat}(\theta_e) \quad (G.13)$$

siendo

ϕ_i la humedad relativa del ambiente interior definida en el apartado G.1.2.2 [en tanto por 1];

$\phi_{e,i}$ la humedad relativa del ambiente exterior definida en el apartado G.1.1 [en tanto por 1].

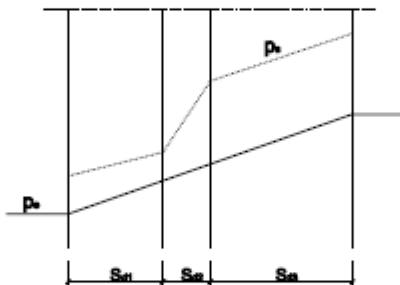


Figura G.1 Distribución de presiones de vapor de saturación y presiones de vapor en un elemento mult capa del edificio dibujada frente a la resistencia a presión de vapor de cada capa.

G.3 Relaciones psicrométricas

G.3.1 Cálculo de la presión de saturación de vapor

- 1 La presión de vapor de saturación se calculará en función de la temperatura, a partir de las siguientes ecuaciones:

a) Si la temperatura (θ) es mayor o igual a 0 °C: $P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,2768}{173,348 + \theta}}$ (G.14)

b) Si la temperatura (θ) es menor que 0 °C: $P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,0156}{335,337 + \theta}}$ (G.15)

G.3.2 Cálculo de la humedad relativa Interior

- 1 En caso de conocer el ritmo de producción de la humedad interior G y la tasa de renovación de aire n, se podrá calcular la humedad relativa interior mediante el procedimiento que se describe a continuación.

- 2 La humedad relativa interior ϕ_i (%) para la localidad donde se ubique el edificio y el mes de cálculo se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\phi_i = \frac{100 \cdot P_i}{P_{s*}(\theta_i)} \quad (G.16)$$

siendo

$P_{s*}(\theta_i)$ la presión de saturación correspondiente a la temperatura superficial interior obtenida según la ecuación (G.14) [Pa];

P_i la presión de vapor interior calculada mediante la siguiente expresión [Pa]:

$$P_i = P_e + \Delta p \quad (G.17)$$

donde

P_e es la presión de vapor exterior calculada según la ecuación (G.13) [Pa];

Δp es el exceso de presión de vapor interior del local calculado mediante la siguiente ecuación [Pa]:

$$\Delta p = \frac{\Delta v \cdot R_v \cdot (T_e + T_i)}{2} \quad (G.18)$$

donde

R_v es la constante de gas para el agua = 462 [Pa m³ / (K kg)];

T_i es la temperatura interior [K];

T_e es la temperatura exterior para la localidad y el mes de cálculo [K];

Δv es el exceso de humedad interior obtenida mediante la siguiente expresión [kg/m³]:

$$\Delta v = \frac{G}{n \cdot V} \quad (G.19)$$

donde

G es el ritmo de producción de la humedad interior [kg/h];

n es la tasa de renovación de aire [h⁻¹];

V es el volumen de aire del local [m³].

Apéndice H Fichas justificativas de la opción simplificada

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA		Zona de baja carga interna	Zona de alta carga interna																																								
MUROS (U_{mw}) y (U_{ma})																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipos</th> <th>A (m²)</th> <th>U (W/m²°K)</th> <th>A·U (W/K)</th> <th>Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>w</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>O</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>o</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>S</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>CUBR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>				Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/K)	Resultados	Z				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>	w				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>	O				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>	o				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>	M				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>	S				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>	CUBR.				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/K)	Resultados																																							
Z				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																																							
w				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																																							
O				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																																							
o				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																																							
M				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																																							
S				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																																							
CUBR.				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{mw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																																							
SUELOS (U_{sw})																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipos</th> <th>A (m²)</th> <th>U (W/m²°K)</th> <th>A·U (W/K)</th> <th>Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{sw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>				Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/K)	Resultados					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{sw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																														
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/K)	Resultados																																							
				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{sw} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																																							
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{ca}, F_{ta})																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipos</th> <th>A (m²)</th> <th>U (W/m²°K)</th> <th>A·U (W/K)</th> <th>Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{ca} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>				Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/K)	Resultados					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{ca} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																														
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/K)	Resultados																																							
				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{ca} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipos</th> <th>A (m²)</th> <th>F</th> <th>A·F(m²)</th> <th>Resultados</th> <th>Tipos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/> $F_{ta} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Tipos	A (m ²)	F	A·F(m ²)	Resultados	Tipos					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/> $F_{ta} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>																													
Tipos	A (m ²)	F	A·F(m ²)	Resultados	Tipos																																						
				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/> $F_{ta} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>																																							

ZONA CLIMÁTICA	<input type="checkbox"/>	Zona de baja carga interna	<input type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
----------------	--------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------	--------------------------

HUECOS (U_{bh} , F_{bh})					
Tipos	A (m^2)	U (W/m^2K)	A: U (W/K)	Resultados	
Z				$\Sigma A =$	<input type="checkbox"/>
				$\Sigma A: U =$	<input type="checkbox"/>
				$U_{bh} = \Sigma A: U / \Sigma A =$	<input type="checkbox"/>
W					
O					
69					
10					
30					

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA		Zona de baja carga interna	<input type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica		U_{env}	U_{env}	U_{env}	U_{env}
Muros de fachada		$U_{m/f}$	$U_{m/f}$	$U_{m/f}$	$U_{m/f}$
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		U_{1m}	U_{1m}	U_{1m}	U_{1m}
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		$U_{p/i}$	$U_{p/i}$	$U_{p/i}$	$U_{p/i}$
Suelos		U_{suelo}	U_{suelo}	U_{suelo}	U_{suelo}
Cubiertas		$U_{cubierta}$	$U_{cubierta}$	$U_{cubierta}$	$U_{cubierta}$
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios		U_{vidrio}	U_{vidrio}	U_{vidrio}	U_{vidrio}
Medianeras		$U_{mediana}$	$U_{mediana}$	$U_{mediana}$	$U_{mediana}$
Particiones interiores (edificios de viviendas) ¹¹		$U_{p/i}$	$U_{p/i}$	$U_{p/i}$	$U_{p/i}$
MIOS DE FACHADA					
	$U_{m/f}$	$U_{m/f}$			
N					
E					
O					
S					
SE					
SO					
HUECOS					
	U_{h}	U_{h}			
	U_{h}	U_{h}	F_{h}	F_{h}	
	U_{h}	U_{h}	F_{h}	F_{h}	
	U_{h}	U_{h}	F_{h}	F_{h}	
	U_{h}	U_{h}	F_{h}	F_{h}	
	U_{h}	U_{h}	F_{h}	F_{h}	
CER. CONTACTO TERRENO					
	U_{1m}	U_{1m}			
	U_{1m}	U_{1m}			
	U_{1m}	U_{1m}			
SUELOS					
	U_{suelo}	U_{suelo}			
	U_{suelo}	U_{suelo}			
	U_{suelo}	U_{suelo}			
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS					
	$U_{cubierta}$	$U_{cubierta}$			
	$U_{cubierta}$	$U_{cubierta}$			
	$U_{cubierta}$	$U_{cubierta}$			
LUCERNARIOS					
	F_{luc}	F_{luc}			
	F_{luc}	F_{luc}			
	F_{luc}	F_{luc}			

$U_{máx}$ corresponde al mayor valor de la transmittancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

¶ Un α_{m} corresponde a la transmisión térmica mínima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cementamiento o partición interior.

¹⁰ En edificios de viviendas, U. significa de particiones interiores que limitan unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

Parámetros constitutivos medios obtenidos

* Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en I

FIGURA 2. CONFORMIDAD. Sonda de colectores.

FICHA 3 CONFORMIDAD-Condensacion

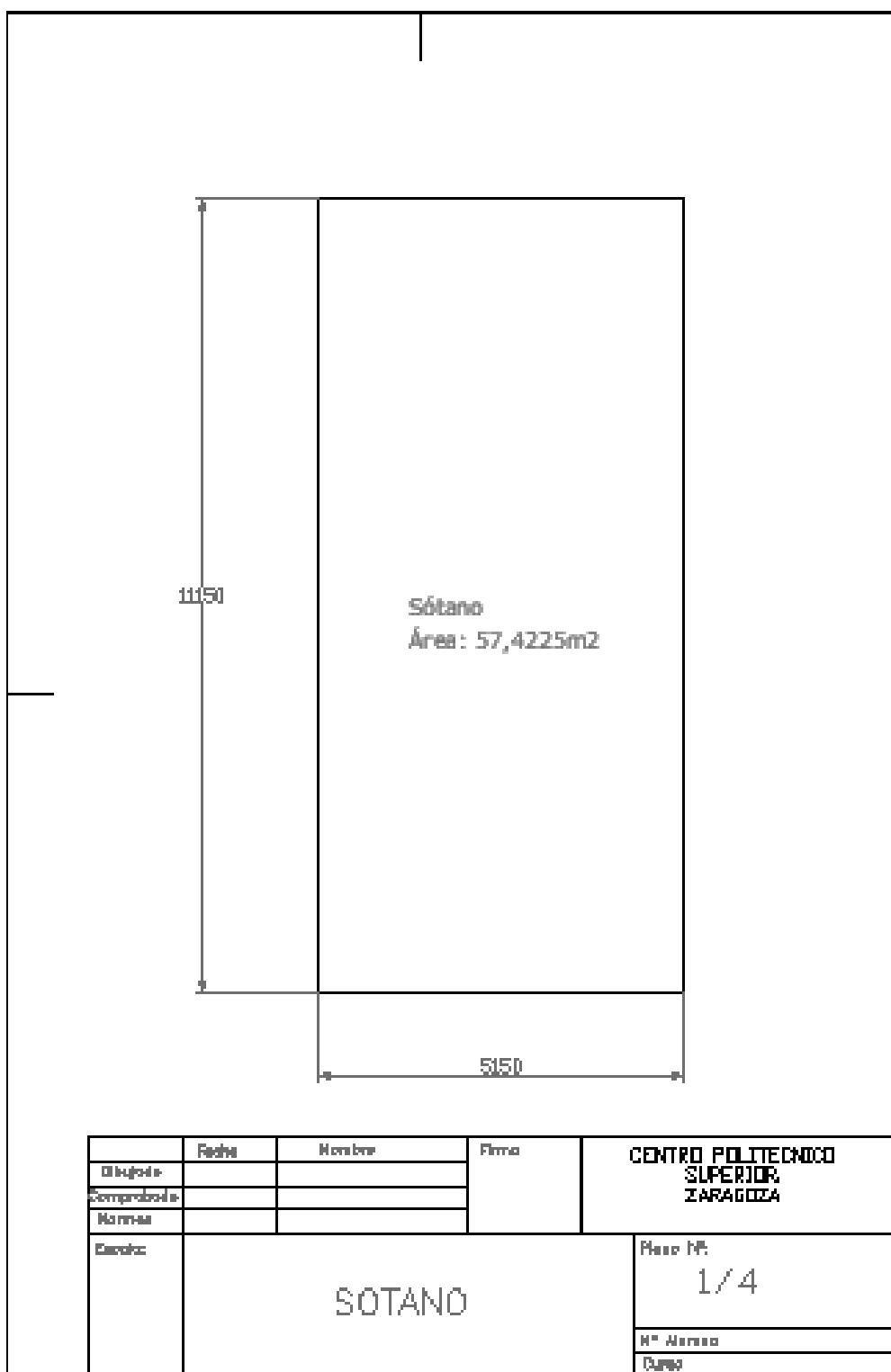
GERARDO GARCIA, PARTICIPANTE

FICHA 3 CONFORMIDAD-Condensaciones

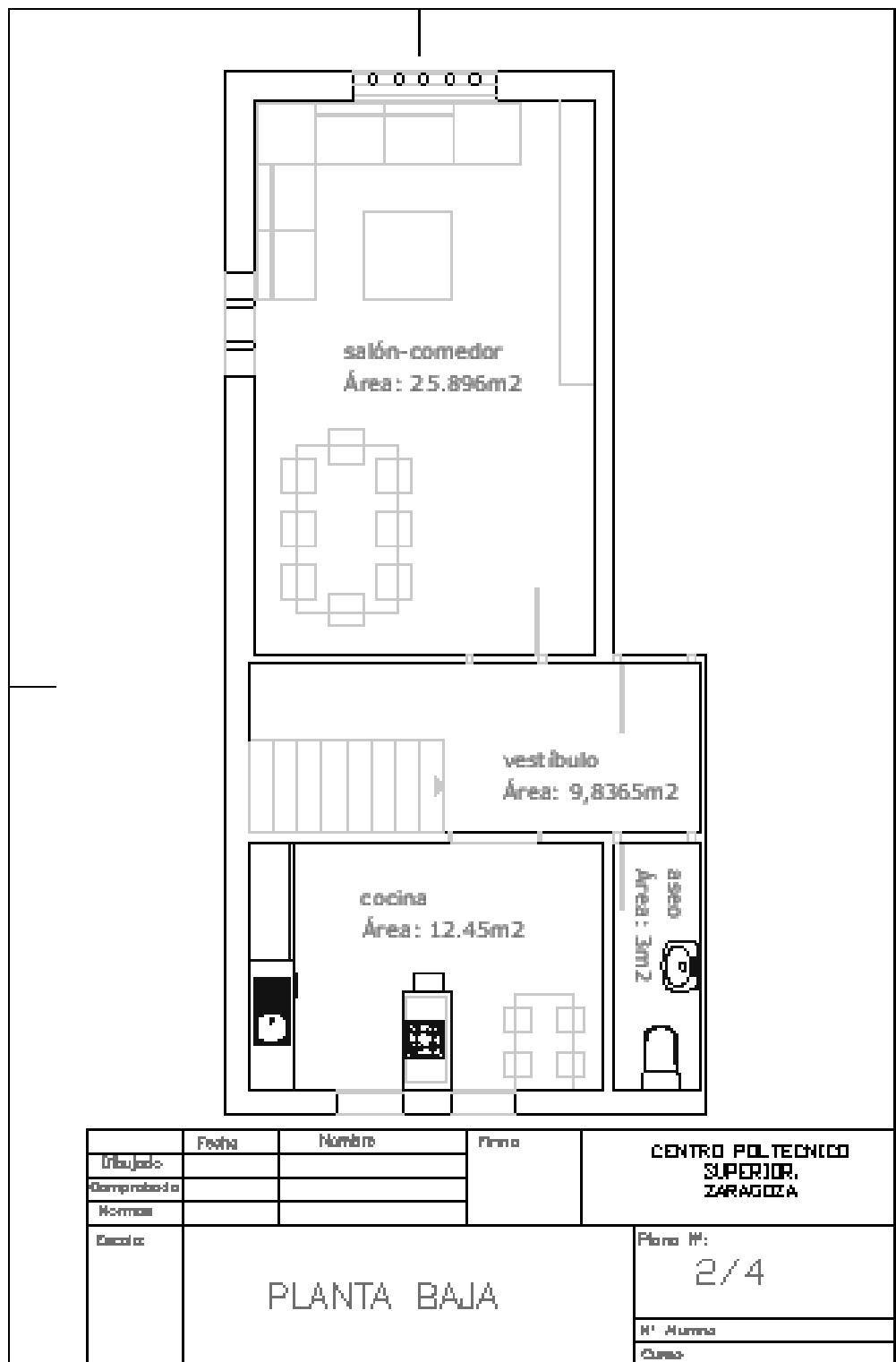
CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS									
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales						
	flu > fmax	flu < fmax	P ₀ < P _{ext}	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6
	f_{pu}		P_{ext}						
	f_{max}		P_1						
	f_{pu}		P_{ext}						
	f_{max}		P_1						
	f_{pu}		P_{ext}						
	f_{max}		P_1						
	f_{pu}		P_{ext}						
	f_{max}		P_1						
	f_{pu}		P_{ext}						
	f_{max}		P_1						
	f_{pu}		P_{ext}						
	f_{max}		P_1						
	f_{pu}		P_{ext}						
	f_{max}		P_1						
	f_{pu}		P_{ext}						
	f_{max}		P_1						

ANEXO 4. PLANOS EDIFICIO

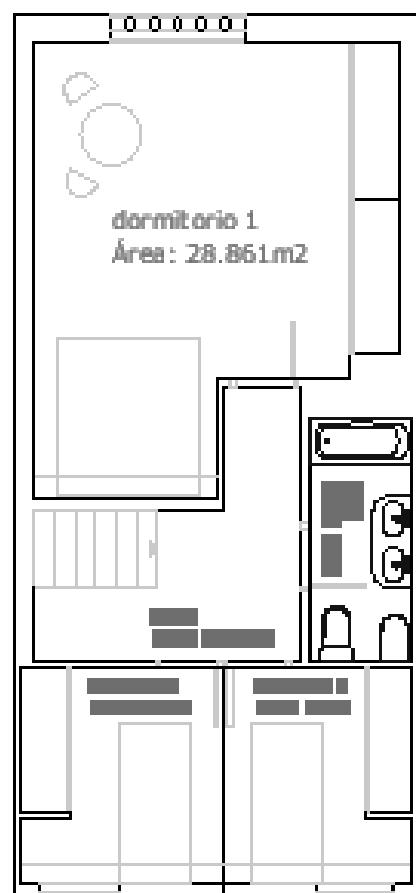
4.1 SÓTANO



4.2 PLANTA BAJA

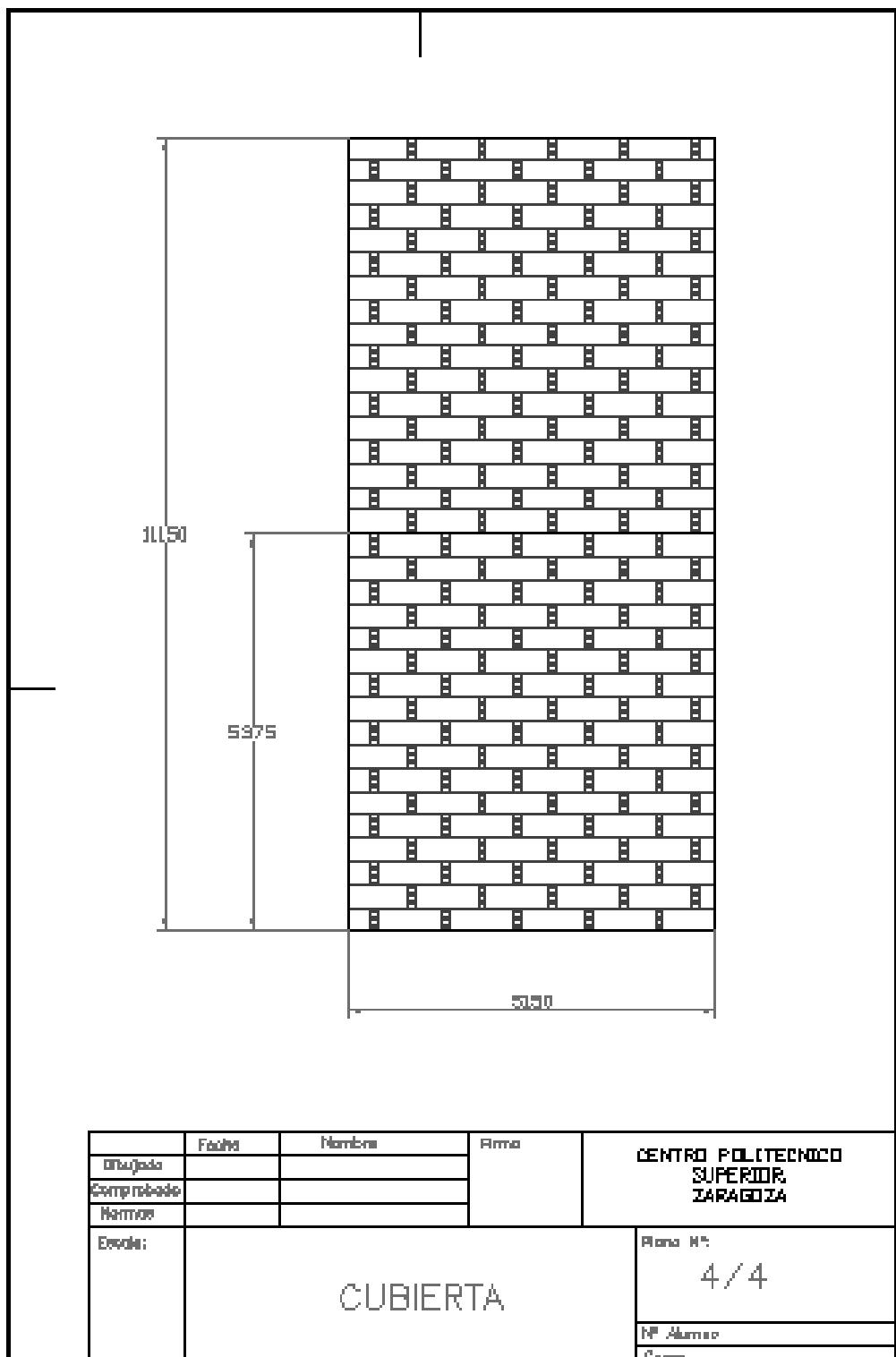


4.3 PLANTA PRIMERA



Nombre		Miembro		CENTRO POLITECNICO SUPERIOR ZARAGOZA
Objetivo				
Comprobado				
Metodo				
Encoloc:	PLANTA PRIMERA			Piso N°: 3/4
				Nº Alumno
				Curso

4.4 CUBIERTA



ANEXO 5. CARGAS INTERNAS DEL SISTEMA

Las ganancias térmicas que tienen lugar en el interior de un edificio se deben al metabolismo de los ocupantes, la iluminación y la disipación térmica de los equipos (ordenadores, maquinaria, electrodomésticos...). Todas estas fuentes provocan un ligero aumento de la Temperatura gracias a la cual se disminuyen las necesidades de calefacción del edificio.

Las variables que afectan al cálculo de la carga térmica son numerosos, a menudo difíciles de determinar, relacionados unos con otros y muy variables en el tiempo. El cálculo debe tener en cuenta la zonificación del sistema y, por tanto, determinar la carga máxima de cada zona y la carga máxima simultánea de todo sistema. La imprecisión e indefinición de algunos de los datos tomados como bases de cálculo, la variación debida a la mano de obra que construya el edificio y la manera en la cual efectivamente funcione el edificio hacen que el cálculo exacto de la carga térmica sea una tarea complicada.

ANEXO 6. MATERIALES Y CERRAMIENTOS

1. MATERIALES

Los materiales usados en la vivienda con sus propiedades son los siguientes:

MATERIALES	K (W/mK)	e (Kg/m ³)	Cp (J/Kg.K)	R (m ² .K/W)	Z (m ² .s.Pa/Kg)
Madera	0,600	1500,000	800,000	-	1
Piedra	3,500	2400,000	1000,000	-	1
Capa 1mm	230,000	2700,000	880,000	-	1,00E+30
EPS Poliestireno	0,038	30,000	1000,000	-	20
XPS	0,028	33,000	1210,000	-	1
Enlucido yeso	0,570	1150,000	1000,000	-	6
Tabicon LH doble	0,432	930,000	1000,000	-	10
Mortero cemento o cal para albañilería	0,550	1125,000	1000,000	-	10
FU Entrevigado de hormigón	1,323	1330,000	1000,000	-	80
Azulejo cerámico	1,300	2300,000	840,000	-	1,00E+30
Arena y grava	2,000	1450,000	1050,000	-	50
hormigón en masa	1,650	2150,000	1000,000	-	70
Tierra vegetal	0,520	2000,000	1840,000	-	1
1/2 pie LM métrico o catalán	0,991	2170,000	1000,000	-	10
Plaqueta o baldosa de gres	2,300	2500,000	1000,000	-	30
Teja cerámica-porcelana	1,300	2300,000	840,000	-	30
bloque hormigón	0,490	760,000	1000,000	-	1
Enfoscado y pintado	1,400	1500,000	1000,000	-	1

2. CERRAMIENTOS

2.1 Cerramientos opacos

2.1.1 Caso partida: Suelo baldosa y madera 4cm EPS

Nombre	U (W/m ² .K)	Material	Espesor (m)
		Piedra	0,1
		EPS Poliestireno 5cm	0,05
		capa 1mm	0,001

		Bloque hormigón	0,2
		Enfoscado y pintado	0,02
Tabiques	2,77	Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,01
		Tabicon de LH doble	0,06
		Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,02
Cubierta	0,52	Teja cerámica- porcelana Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		Tabicon de LH doble	0,07
		EPS Poliestireno 5cm FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,05
		Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,25
		Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,02
Forjado interno	0,67	Madera Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		EPS Poliestireno 4cm FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,04
		Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,25
Forjado terreno	0,96	Azulejo cerámico Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		Arena y grava 1700<d<2200	0,01
		Hormigón en masa 2000<d<2300	0,15
			0,15

		Tierra vegetal d<2050	0,35
Muro fachada	0,52	Piedra	0,1
		EPS Poliestireno 5cm	0,05
		capa 1mm	0,001
		Bloque hormigón	0,2
		Enfoscado y pintado	0,02
Suelo baldosa	0,67	Plaqueta o baldosa d gres	0,02
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		EPS Poliestireno 4cm	0,04
		FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,25
		Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,02

2.1.2 Caso 2: Suelo baldosa 5cm EPS y suelo madera 4 cm.

Nombre	U (W/m ² .K)	Material	Espesor (m)
Muro Exterior	0,52	Piedra	0,1
		EPS Poliestireno 5cm	0,05
		capa 1mm	0,001
		Bloque hormigón	0,2
		Enfoscado y pintado	0,02
Tabiques	2,77	Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,01

		Tabicon de LH doble	0,06
		Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,02
Cubierta	0,52	Teja cerámica- porcelana Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		Tabicon de LH doble	0,07
		EPS Poliestireno 5cm FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,05
		Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,25
Forjado interno	0,67	Madera Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		EPS Poliestireno 4cm FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,04
		Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,25
			0,01
Forjado terreno	0,96	Azulejo cerámico Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		Arena y grava 1700<d<2200	0,01
		Hormigón en masa 2000<d<2300	0,15
		Tierra vegetal d<2050	0,15
Muro fachada	0,52		0,35
		Piedra	0,1
		EPS Poliestireno 5cm	0,05

		capa 1mm	0,001
		Bloque hormigón	0,2
		Enfoscado y pintado	0,02
Suelo baldosa	0,57	Plaqueta o baldosa d gres Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		EPS Poliestireno 5cm FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,05
		Enlucido de yeso 1000< d <1300	0,25
			0,02

2.1.3 Caso 3: Suelo baldosa y madera 5cm EPS

Nombre	U (W/m ² .K)	Material	Espesor (m)
Muro Exterior	0,52	Piedra	0,1
		EPS Poliestireno 5cm	0,05
		capa 1mm	0,001
		Bloque hormigón	0,2
		Enfoscado y pintado	0,02
Tabiques	2,77	Enlucido de yeso 1000< d <1300	0,01
		Tabicon de LH doble	0,06
		Enlucido de yeso 1000< d <1300	0,02
Cubierta	0,52	Teja cerámica-porcelana	0,02

		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,01
		Tabicon de LH doble	0,07
		EPS Poliestireno 5cm FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,05
		Enlucido de yeso 1000< d <1300	0,25
			0,02
Forjado interno	0,57	Madera	0,02
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		EPS Poliestireno 5cm FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,05
		Enlucido de yeso 1000< d <1300	0,25
			0,01
Forjado terreno	0,96	Azulejo cerámico	0,02
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,01
		Arena y grava 1700< d <2200	0,15
		Hormigón en masa 2000< d <2300	0,15
		Tierra vegetal d<2050	0,35
Muro fachada	0,52	Piedra	0,1
		EPS Poliestireno 5cm	0,05
		capa 1mm	0,001
		Bloque hormigón	0,2
		Enfoscado y pintado	0,02

Suelo baldosa	0,57	Plaqueta o baldosa d gres	0,02
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		EPS Poliestireno 5cm	0,05
		FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,25
		Enlucido de yeso 1000< d <1300	0,02

2.1.4 Caso 4: Muro, cubierta y suelo baldosa de 5 cm. EPS

Nombre	U (W/m ² .K)	Material	Espesor (m)
Muro Exterior	0,52	Piedra	0,1
		EPS Poliestireno 5cm	0,05
		capa 1mm	0,001
		Bloque hormigón	0,2
		Enfoscado y pintado	0,02
Tabiques	2,77	Enlucido de yeso 1000< d <1300	0,01
		Tabicon de LH doble	0,06
		Enlucido de yeso 1000< d <1300	0,02
Cubierta	0,52	Teja cerámica-porcelana	0,02
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,01
		Tabicon de LH doble	0,07
		EPS Poliestireno 5cm	0,05
		FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,25
Forjado interno	0,58	Enlucido de yeso 1000< d <1300	0,02
		Plaqueta o baldosa d gres	0,02
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02

		EPS Poliestireno 5cm FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm Enlucido de yeso 1000< d < 1300	0,05 0,25 0,02
Forjado terreno	0,96	Azulejo cerámico Mortero de cemento o cal para albañilería Arena y grava 1700 < d < 2200 Hormigón en masa 2000 < d < 2300 Tierra vegetal d < 2050	0,02 0,01 0,15 0,15 0,35
Muro fachada	0,52	Piedra EPS Poliestireno 5cm capa 1mm Bloque hormigón Enfoscado y pintado	0,1 0,05 0,001 0,2 0,02

2.1.5 Caso 5: Muro, cubierta y suelo baldosa de 6 cm. EPS

Nombre	U (W/m ² .K)	Material	Espesor (m)
Muro Exterior	0,37	Piedra EPS Poliestireno 6cm capa 1mm Bloque hormigón Enfoscado y pintado	0,1 0,06 0,001 0,2 0,02
Tabiques	2,77	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 Tabicon de LH doble Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,01 0,06 0,02
Cubierta	0,38	Teja cerámica- porcelana Mortero de cemento o cal para 90	0,02 0,01

		albañilería		
		Tabicon de LH doble	0,07	
		EPS Poliestireno		
		6cm	0,06	
		FU Entrevigado de		
		hormigón-Canto 250		
		mm	0,25	
		Enlucido de yeso		
		1000< d <1300	0,02	
Forjado interno	0,4	Plaqueta o baldosa	0,02	
		d gres		
		Mortero de cemento		
		o cal para		
		albañilería	0,02	
Forjado terreno	0,96	EPS Poliestireno	0,06	
		6cm		
		FU Entrevigado de		
		hormigón-Canto 250		
		mm	0,25	
Muro fachada	0,37	Enlucido de yeso		
		1000< d <1300	0,02	
		Azulejo cerámico	0,02	
		Mortero de cemento		
		o cal para		
		albañilería	0,01	
		Arena y grava		
		1700< d <2200	0,15	
		Hormigón en masa		
		2000< d <2300	0,15	
		Tierra vegetal		
		d <2050	0,35	
		Piedra	0,1	
		EPS Poliestireno		
		6cm	0,06	
		capa 1mm		0,001
		Bloque hormigón		0,2
		Enfoscado y pintado		0,02

2.1.6 Caso 6: Muro y cubierta de XPS y suelo baldosa 6cm EPS

Nombre	U (W/m ² .K)	Material	Espesor (m)
Muro Exterior	0,24	Piedra	0,1
		XPS	0,1
		capa 1mm	0,001

		Bloque hormigón	0,2
		Enfoscado y pintado	0,02
Tabiques	2,77	Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,01
		Tabicon de LH doble	0,06
		Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,02
Cubierta	0,24	Teja cerámica-porcelana	0,02
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,01
		Tabicon de LH doble	0,07
		XPS	0,1
		FU Entrevigado hormigón-Canto 250 mm	0,25
		Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,02
Forjado interno	0,4	Plaqueta o baldosa d gres	0,02
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,02
		EPS Poliestireno 6cm	0,06
		FU Entrevigado de hormigón-Canto 250 mm	0,25
		Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,02
Forjado terreno	0,96	Azulejo cerámico	0,02
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,01
		Arena y grava $1700 < d < 2200$	0,15
		Hormigón en masa $2000 < d < 2300$	0,15
		Tierra vegetal $d < 2050$	0,35
Muro fachada	0,24	Piedra	0,1
		XPS	0,1
		capa 1mm	0,001
		Bloque hormigón	0,2
		Enfoscado y pintado	0,02

2.2 Cerramientos semitransparentes

Para todos los casos se han mantenido los mismos cerramientos semitransparentes ya que se consideran los más adecuados para esta vivienda.

2.2.1 Vidrios:

Nombre	U (W/m ² .K)	Factor solar
Vidrio falso	3,2	0,1
Vidrio	3	0,7

2.2.2 Marcos:

Nombre	U (W/m ² .K)
VER_PVC dos cámaras	2,2
VER_Madera de densidad media alta	2,2

2.2.3 Huecos:

Nombre	Acrystalamiento	Marco	%Hueco	Permeabilidad m ³ /hm ² a 100 Pa	U (W/m ² .K)	Factor solar
VIDRIO DOBLE	Vidrio	VER_PVC dos cámaras	10	20	2,92	0,64
Puerta Madera	Vidrio falso	VER_Madera de densidad media alta	100	60	2,2	0,06

ANEXO 7. CALDERA DE CONDENSACION

1. CARACTERISTICAS

Las **calderas de condensación** son calderas de alto rendimiento (110% PCI), basado en el aprovechamiento del calor de condensación de los humos de la combustión. Esta tecnología aprovecha el vapor de agua que se produce en los gases de combustión y lo devuelve en estado líquido. Produce agua caliente a baja temperatura 40-60°C, con alto rendimiento y bajas emisiones de CO₂ y NOx.

El rendimiento de estas calderas resulta ser superior al 100% (medido en las condiciones tradicionales, sobre el poder calorífico inferior), lo que puede resultar chocante, pero que es cierto. Sobre el poder calorífico superior (teniendo en cuenta el calor latente del agua) es, por supuesto, un rendimiento inferior al 100%, sobre un 98%, frente al 70-80% de las convencionales.

El poder calorífico inferior, que no tiene en cuenta el calor de condensación del agua, se definió como el máximo calor que se podía obtener en una combustión racional sin poner en peligro la caldera.

Como consecuencia de la menor temperatura del agua preparada, los emisores finales del calor deben tener mayor superficie de intercambio (radiadores más grandes) o ser de baja temperatura (suelos radiantes o calefacción por aire).

Con una caldera clásica de tipo atmosférico, una parte no despreciable del calor latente es evacuada por los humos, lo que implica una temperatura muy elevada de los productos de combustión del orden de 150°C. La utilización de una **caldera de condensación** permite recuperar una parte muy grande de ese calor latente y esta recuperación de la energía reduce considerablemente la temperatura de los gases de combustión para devolverle valores del orden de 65°C limitando así las emisiones de gas contaminantes.

En comparación con las **calderas** convencionales, gracias a esta tecnología se consigue un ahorro de hasta el 30% en el consumo de energía y se reducen, hasta en un 70%, las emisiones de óxido de nitrógeno (NOx) y dióxido de carbono (CO₂).

2. COMBUSTIBLES

Los hidrocarburos generalmente utilizados como combustibles (gas natural, GLP, gasóleo) están compuestos de carbono e hidrógeno en diversas proporciones que, al combinarse con el oxígeno del aire, forman respectivamente dióxido de carbono (CO₂) y agua en estado gaseoso (H₂O). Cada litro de agua, proveniente de los gases de combustión en forma de vapor, tendría capacidad para ceder 2260 julios (J) si se condensase, energía térmica que, en calderas convencionales se envía a la atmósfera. Además, los combustibles, especialmente los líquidos, tienen algunas impurezas, como el azufre que forma óxidos de azufre al combinarse con el oxígeno atmosférico. En las calderas corrientes, estos gases procedentes de la combustión, se expulsan a temperaturas superiores a 150°C, para conseguir tiro térmico y para

evitar que el agua condense y forme ácidos sulfúrico o sulfuroso al combinarse con los óxidos de azufre, que corroería sus partes metálicas.

Sin embargo, el uso de combustibles sin contenido de azufre, como los gases (natural y GLP) permitió idear una caldera, la de condensación, que aprovecha la energía latente en el vapor de agua (los mencionados 2260 julios, por litro). Para conseguirlo debe preparar el agua a una temperatura máxima de 70°C (en vez de 90°C, como las calderas corrientes) y evacuar los gases a temperaturas inferiores a las de condensación (100 °C a nivel del mar) lo que, por otro lado, reduce el tiro térmico del conducto de gases, y hace necesario utilizar un ventilador.

3. FUNCIONAMIENTO

El proceso de condensación es un cambio de fase de una sustancia del estado gaseoso (vapor) al estado líquido. Este cambio de fase genera una cierta cantidad de energía llamada "calor latente". El paso de gas a líquido depende, entre otros factores, de la presión y de la temperatura. La condensación, a una temperatura dada, conlleva una liberación de energía, así el estado líquido es más favorable desde el punto de vista energético.

4. TIPOS DE CALDERAS DE CONDENSACION

Las **calderas de condensación** pueden ser de distintos tipo según contengan el sistema de enfriamiento de los productos de combustión (el condensador) integrado en la caldera o separado de ella.

Con el fin de explotar el calor latente del vapor de agua contenido en los gases de combustión, estos últimos deben ser enfriados hasta una temperatura por debajo del punto de rocío. El aumento de la superficie de intercambio permite enfriar bastante los productos de combustión, permitiendo así la recuperación de dicho calor latente.

Ejemplos de condensador integrado:

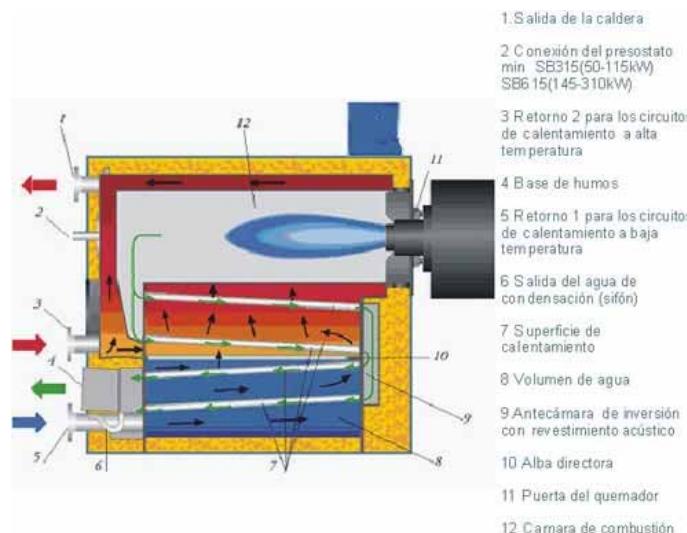


Figura 1. Ejemplo de caldera suelo

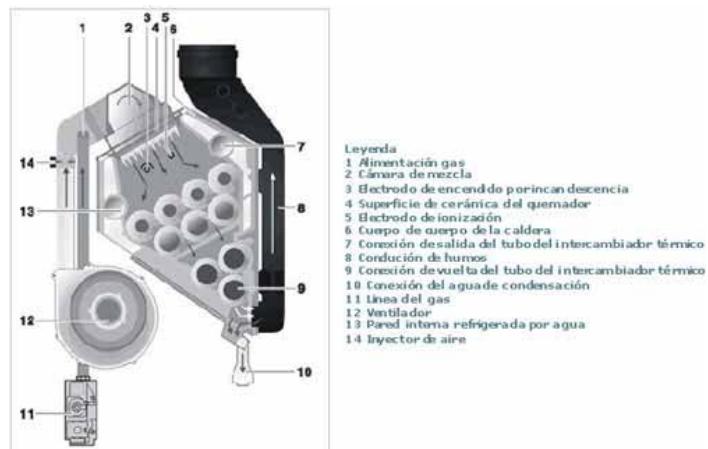


Figura 2. Ejemplo de caldera mural

5. NORMATIVA Y ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

El nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, **RITE**, aprobado desde el pasado 1 de marzo de 2008 fomenta la instalación de calderas eficientes, es decir, que reduzcan la emisión de contaminantes. Entre este tipo de **calderas** se encuentran las **calderas de condensación**, aunque también las de baja emisión NOx.

En respuesta a la conciencia internacional de los efectos nefastos sobre el medio ambiente vinculados a la actividad humana, los diferentes representantes de los países industriales así como de los países en vías de desarrollo, se reunieron en Kyoto en 1997 para definir un plan de acción con el fin de limitar las emisiones contaminantes de gases de efecto invernadero, que contribuyen al proceso de recalentamiento del planeta.

Europa se comprometió a reducir un 8% las emisiones de gases de efecto invernadero para el próximo 2010. El compromiso de España es el de no incrementar las emisiones más de un 15% sobre el nivel de 1990.

Con relación al rendimiento de las calderas clásicas, la utilización de una **caldera de condensación se traduce en un aumento del rendimiento del orden del 15%**. Esto permite un consumo inferior para un grado de confort idéntico, y la reducción de los gases contaminantes en los productos de combustión en el momento de la fase de condensación.

ANEXO 8. CALDERAS DE BIOMASA

CALDERAS DE LLAMA INVERTIDA PARA LA COMBUSTIÓN DE MADERA EN TARUGOS.

1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Componentes:

Un sistema basado en tecnologías avanzadas constaría de los siguientes componentes:

- Caldera de llama invertida.
- Acumulador inercial del calor.
- Calentador para agua caliente sanitaria.
- Centralita de control.

2 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Las calderas de llama invertida tienen esta denominación por la posición de la cámara de combustión, situada debajo del hueco en el que se carga la leña.

Normalmente, se trata de calderas equipadas con un rotor para la circulación forzada del aire comburente. En algunos modelos (de aire *soplado*), el rotor se encuentra en el lado anterior de la caldera y empuja el aire en el interior haciéndolo fluir a través del combustible hasta la salida de humos. En otros modelos, el rotor se encuentra en la parte posterior, en el lugar de la salida de humos, y aspira los gases de combustión creando una depresión en la caldera que permite la atracción del aire comburente desde el exterior.

Una parte del aire (primario) se introduce en la caldera justo encima la rejilla sobre la cual está apoyada la leña. El aire primario impulsa la combustión (fase de gasificación), con la formación de un estrato de brasas en contacto de la rejilla y la liberación de gases combustibles procedentes de la pirólisis de la madera (sobre todo monóxido de carbono e hidrógeno). Los gases liberados son arrastrados hacia abajo a través de la rejilla y llegan a la cámara inferior, donde la adición del aire secundario permite que se complete la combustión. Factores esenciales para obtener una combustión óptima son una cantidad de aire adecuada, temperatura y turbulencia elevadas en la cámara de combustión, y la permanencia de los gases calientes en el hogar por un tiempo suficiente para que se completen las reacciones termoquímicas de combustión.

La inversión de la llama permite obtener una combustión gradual de la leña, que no prende completamente fuego en el hueco de carga sino se quema sólo cuando llega a

las proximidades de la rejilla. De esta manera, la potencia dispensada por la caldera es más estable en el tiempo y se puede controlar mejor la combustión, aumentando considerablemente el rendimiento y reduciendo las emisiones contaminantes.

Los modelos más avanzados utilizan sistemas de regulación por microprocesador, y alcanzan rendimientos térmicos de más del 90%. Entre las novedades más significativas, presentes incluso en modelos de potencia pequeña, está la regulación del aire de combustión basado en la necesidad de oxígeno, calculado en los humos con una sonda especial (sonda lambda). La regulación lambda permite regular y optimizar constantemente la cantidad de aire durante el ciclo completo de funcionamiento de la caldera de leña, desde el encendido inicial hasta que se acabe el combustible.

2.1 EL ACUMULADOR INERCIAL

Una buena instalación de una caldera de leña prevé la presencia de un acumulador inercial.

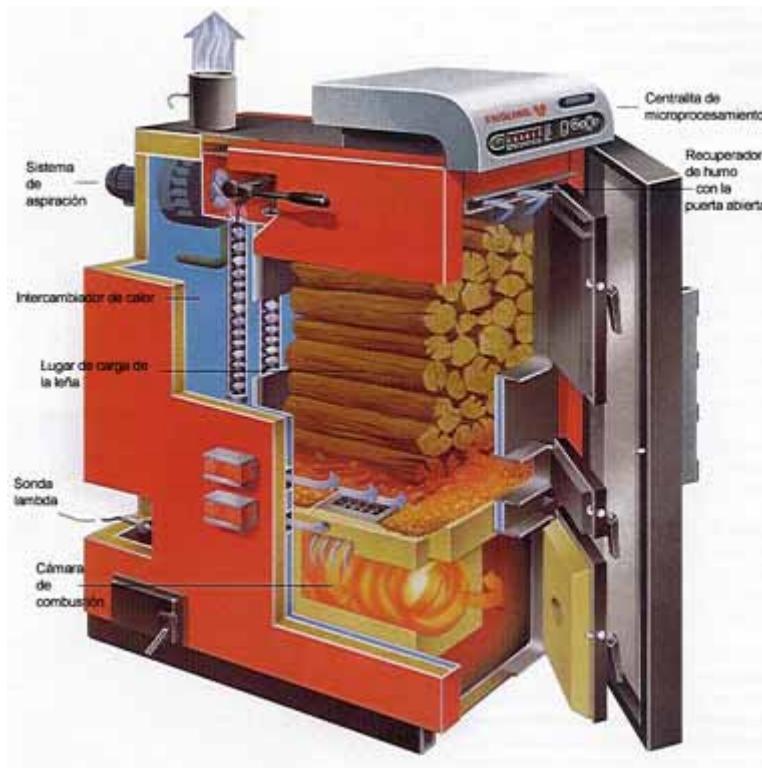


Figura 2. Caldera de leña moderna de llama invertida

El acumulador consta de un depósito de agua térmicamente aislado, conectado directamente al retorno de la caldera por medio de una bomba especial. Por lo tanto, el agua contenida en el acumulador es la misma que circula en la caldera y en el sistema de calefacción. El acumulador inercial desempeña las siguientes funciones de importancia:

- Permite a la caldera funcionar de forma regular, evitando interrupciones debidas a una demanda insuficiente de energía por parte del sistema de calefacción: en estas condiciones, en vez de bloquear la combustión o recalentar el ambiente, la caldera puede seguir funcionando almacenando energía en el depósito de acumulación. Esta energía estará disponible más adelante cuando el agotamiento gradual del combustible determine una reducción de la potencia erogada por la caldera. El funcionamiento sin interrupciones reduce el humo de las emisiones y la suciedad de la chimenea, protege la caldera de formaciones nocivas de condensados de alquitrán y aumenta el rendimiento global del sistema.
- Constituye un “volante” térmico para el sistema de calefacción, y hace aumentar en gran medida el confort de ejercicio, volviéndolo del todo parecido al de los sistemas automáticos de gas / gasóleo. De hecho, la energía contenida en el acumulador en forma de agua caliente viene automáticamente cedida al sistema en el momento en el que éste la pide. Esto asegura algunas horas de calefacción incluso con la caldera apagada, por ejemplo a primera hora de la mañana.

El depósito inercial ha que tener unas medidas especiales en función de la cantidad de leña contenida en la caldera (Volumen de llenado), de la potencia térmica nominal (P_N) y de la carga térmica del edificio (P_{tot}). La fórmula que pone en relación estas variables con el volumen del acumulador (V_{acc}) es la siguiente:

$$20 \cdot 0,7 \cdot \text{Poder calorífico [KWh/l]} \cdot \text{Volumen de llenado[l]}$$

$$V_{acc} [l] = (P_N [KW] - P_{tot} [KW]) / P_N [KW]$$

En la práctica, se utilizan a menudo las dos siguientes fórmulas simplificadas:

$$a) V_{acc} [l] = \text{Volumen de llenado[l]} \cdot 10$$

$$b) V_{acc} [l] = P_N [KW] \cdot 40$$

Por ejemplo, para una caldera con potencia nominal de 20 KW, cuyo hueco de carga para la leña tenga una capacidad de 90 litros, el volumen del acumulador calculado según las dos fórmulas simplificadas a) y b) resulta:

$$a) V_{acc} [l] = 90 \cdot 10 = 900 \text{ litros}$$

$$b) V_{acc} [l] = 20 \cdot 40 = 800 \text{ litros}$$

Los metros cúbicos del edificio a calentar influyen en las medidas del acumulador de forma negativa: a igualdad de caldera de leña y cuanto más pequeña sea la habitación, más grande tendrá que ser el acumulador para compensar la inferior absorción térmica de los usuarios.

En algunos modelos avanzados de calderas de leña con regulación por microprocesador, la temperatura del acumulador se mide en diferentes puntos y la potencia erogada puede ser automáticamente reducida para evitar una saturación demasiado rápida del acumulador inercial.

2.2 PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

La producción de agua caliente sanitaria mediante combustión de la leña se puede realizar de diferentes formas.

El sistema más sencillo consiste en el utilizar un calentador con intercambiador interno y conectarlo al sistema mediante una bomba y un termostato. El sistema se puede utilizar en instalaciones con o sin acumulador inercial.

Un acumulador inercial bien aislado térmicamente permite durante el verano recargar muchas veces el calentador sanitario sin tener que volver a encender la caldera. En los sistemas sin acumulador inercial el calentador sanitario habría de tener una capacidad mínima de 300 litros. En este caso, para producir el agua caliente en verano hay que cargar la caldera con poca leña. Algunos modelos de acumuladores iniciales para calderas de leña tienen incorporado un calentador o intercambiador de calor sanitario y, por tanto, no requieren la instalación de otro por separado.

Hay que evitar la producción de agua caliente sanitaria a través del intercambiador de calor de emergencia situado en el interior de la caldera de leña. De hecho, este intercambiador ha de estar constantemente conectado a una válvula de seguridad térmica, y tiene que poder intervenir con la máxima eficacia para enfriar la caldera en caso de emergencia. Por otra parte, utilizando este intercambiador para producir agua sanitaria, se puede provocar en su interior la formación de incrustación de cal, que pueden comprometer su correcto funcionamiento en caso de emergencia.

2.3 SISTEMAS DE SEGURIDAD

A diferencia de las calderas de gas o gasóleo, las calderas de tarugos de leña se caracterizan por la presencia de una considerable cantidad de combustible sólido que, una vez encendido, sigue produciendo calor con una inercia considerable, difícilmente controlable a corto plazo. Por consiguiente, las calderas de leña pueden encontrarse en condiciones especialmente críticas; estas condiciones son básicamente dos:

1. Interrupción del suministro eléctrico.
2. Avería de la bomba de circulación de la caldera.

En esas circunstancias, se produce un bloqueo casi total de la circulación del agua en la caldera y se interrumpe la aportación del calor producido por la combustión de la leña. Por consiguiente, la temperatura del agua puede subir hasta alcanzar y superar los 100° C. Con temperaturas más altas a la de ebullición, la producción de vapor provoca un fuerte aumento de la presión del sistema. A falta de dispositivos de seguridad adecuados se puede llegar rápidamente a una situación de peligro.

Para evitar este riesgo, además del termostato de seguridad presente en todos los tipos de caldera, las calderas de leña tienen un intercambiador de calor de emergencia, formado por un tubo serpentín sumergido en el agua de la caldera. Este intercambiador tiene que estar conectado por una parte a una toma de agua fría,

directamente conectada al acueducto y por el lado de la salida, el intercambiador de emergencia tiene que estar conectado a un desagüe.

Entre la toma de agua fría y la caldera hay que poner una válvula de seguridad térmica. Esta válvula, tiene una sonda de bulbo de mercurio que hay que insertar en un hueco especial de la caldera. En caso de emergencia, antes que la temperatura de la caldera alcance los 100° C, la válvula de seguridad se abre mediante un dispositivo mecánico que no requiere alimentación eléctrica y el agua fría empieza a fluir en el intercambiador de seguridad, sacando el exceso de calor y enviándolo al desagüe. Se evita así el riesgo de ebullición en la caldera.

Para que la válvula de seguridad térmica proporcione una eficaz protección del sistema de leña tiene que estar disponible en todo momento el agua fría, incluso sin suministro eléctrico. Si la casa tiene un pozo propio con bomba y autoclave, es necesario instalar sobre la caldera un depósito de agua fría con una capacidad adecuada, para conectarlo con el intercambiador de emergencia de modo que, en situaciones críticas, el agua fría pueda fluir libremente por la gravedad a través del intercambiador de emergencia.

Es necesario controlar la válvula de seguridad térmica por lo menos una vez al año para averiguar su eficiencia y hermeticidad, sustituyéndola de inmediato si se encuentran defectos.

2.4 INSTALACIÓN DE UNA CALDERA DE LEÑA

La instalación de calderas de leña en sistemas con vaso de expansión abierto es la más segura, debido a la relativa facilidad con la que las calderas de leña pueden alcanzar la temperatura de ebullición.

El vaso de expansión tiene que colocarse en el punto más alto del sistema de calefacción y conectado directamente a la caldera por un tubo, llamado tubo de seguridad, cuyo recorrido no puede tener ningún tramo en bajada. En caso de emergencia, el tubo de seguridad tiene que permitir al vapor producido en la caldera fluir libremente, sin encontrar obstáculos, hasta el vaso de expansión abierto.

Si la caldera se encuentra en un cuarto separado del edificio principal, puede resultar imposible colocar el vaso de expansión abierto en el edificio, a causa de la dificultad de instalar el tubo de seguridad sin tramos de bajada. En estos casos, es necesario realizar dos circuitos de calefacción separados, uno *primario* con vaso abierto en el cuarto caldera y uno *secundario* con vaso cerrado en el edificio a calentar. Entre los dos circuitos se pone un intercambiador de calor de placas, que permite el intercambio térmico evitando el contacto directo del agua entre los dos circuitos.

En estos casos el aumento de costes del sistema de leña respecto al convencional de gas o gasóleo es ingente, y la presencia del intercambiador de calor reduce las prestaciones y el rendimiento del sistema.

2.5 DISEÑO DEL SISTEMA

Hay que dedicar una especial atención al diseño del sistema, teniendo en cuenta que las calderas de leña, a diferencia de las de gas o de gasóleo, tienen, en la medida de lo posible, que funcionar de forma continua y sin interrupciones.

Por tanto, hay que evitar un exceso de tamaño de la caldera, que tendría importantes consecuencias negativas: un inútil aumento de los costes del sistema y un mal funcionamiento de la caldera, a causa de las frecuentes interrupciones de la combustión a las que estaría sujeta. Las interrupciones obligadas de la combustión a causa de una parada improvisa del flujo de aire comburente producen de hecho una mayor producción de humos, que provoca el ensuciamiento de la chimenea y de la caldera y un menor rendimiento estacional del sistema.

Hay que decidir las dimensiones de la caldera tras una atenta evaluación de las características del edificio y de la zona climática en la que se encuentra. Para los propósitos de este trabajo se puede calcular una necesidad de potencia comprendida entre 20 y 40 W/m³ según el clima y las características del sistema de calefacción y de aislamiento del edificio. La potencia necesaria es menor en los edificios bien aislados y en los que tienen sistemas de calefacción de alta eficiencia, como los sistemas de hilo radiante en el suelo o en las paredes.

Otro factor a tener en cuenta es el número de *cargas* de leña que se quiere efectuar en el día, en otras palabras, la autonomía de funcionamiento deseada. Ésta depende de la capacidad del hueco de carga de la leña y de la potencia de la caldera. La relación entre estas dos medidas, expresando la capacidad de carga de leña en litros y la potencia en KW, proporciona el número aproximado de horas de autonomía de funcionamiento continuo a la máxima potencia.

La presencia de un acumulador inercial permite aumentar considerablemente la autonomía, sobre todo en los períodos menos fríos, momento en el que la energía producida por la caldera en un período limitado se acumula y redistribuye en el sistema de calefacción durante el día. Este efecto tampón del acumulador inercial es tanto mayor cuanto más grande es el acumulador.

2.6 CUARTO DE CALDERA

Otro aspecto importante que hay que tener en cuenta es la disponibilidad de espacio para la central térmica y para la leñera, que tienen que estar muy cerca. El cuarto de la caldera tiene que ser amplio y bien aireado. Además de la caldera de leña, la central térmica debería poder acoger el acumulador inercial, el calentador sanitario, el cuadro eléctrico y toda la instalación hidráulica.

Considerando que es mejor dejar un espacio libre de por lo menos 60 cm. alrededor de la caldera, se puede afirmar que la superficie mínima tiene que ser de unos 8-10 m² (m 2-2,5 x 4). Para los sistemas de más de 35 KW, se prevé que tengan una puerta de entrada independiente desde el exterior. Para estos sistemas es necesario presentar el proyecto de la central térmica a los bomberos y comunicarlo al Instituto Nacional para la Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Para la normativa sobre la seguridad se considera la potencia térmica total de todas las calderas presentes en el mismo local, que se puedan encender simultáneamente.

Si en el mismo cuarto de caldera se encuentran una caldera de leña y una de gas o gasóleo, con posibilidad de que funcionen de forma simultánea, es necesario que cada caldera tenga su propia chimenea independiente.

2.7 CHIMENEA

La chimenea es un componente importante del sistema de calefacción de leña. Su función no es sólo la de alejar y dispersar los humos, sino también asegurar, a través de un tiro adecuado, el buen funcionamiento de la caldera.

El tiro debe ser tanto mejor cuanto más calientes sean los humos que pasan por la chimenea. Por esta razón, la chimenea debería tener un buen aislamiento térmico. Otra razón importante para aislar térmicamente la chimenea es evitar que la temperatura de los humos baje al nivel de condensación, ya que en ese caso se ensuciarían rápidamente las paredes de la misma, hasta atascarse.

Las chimeneas de acero inoxidable asiladas dan unas prestaciones óptimas. Estas chimeneas necesitan en la base un desague para el producto de la condensación y tienen un buen tiro incluso con bajas temperaturas de los humos. Permiten obtener los mejores resultados de los modelos de calderas de leña tecnológicamente más avanzados, en los que la temperatura de los humos pueden bajarse hasta un poco más de los 100° C, aumentando considerablemente el rendimiento del sistema.

Sea cual sea la chimenea presente en un sistema de leña, es muy importante realizar una limpieza profunda por lo menos una vez al año, incluso con la ayuda de un deshollinador.

2.8 COMBUSTIBLE

Para reducir la formación de condensación corrosiva y la producción de humos, las calderas a llama invertida se deberían alimentar solo con leña para quemar con un contenido de humedad que no supere el 25%. Esto se logra con un secado de por lo menos un año al aire, preferiblemente debajo de un cobertizo.

Se pueden utilizar prácticamente todas las especies de árboles, incluidas las confieras o maderas ligeras como el álamo. De todos modos, los mejores resultados, en términos de duración de la combustión, se obtienen con especies fuertes como robinia, haya o encina. La leña lista para su utilización se coloca adecuadamente en una leñera cerca del cuarto de caldera, a la que se trasladará con la ayuda de una carretilla.

3 NORMATIVA VIGENTE Y AUTORIZACIONES

3.1 LA UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DOMÉSTICOS DE BIOMASA EN ESPAÑA

Los sistemas domésticos de aplicación de la biomasa tradicionalmente más extendidos en España, fundamentalmente en el ámbito rural, son las cocinas o chimeneas abiertas, de muy bajo rendimiento energético.

En la actualidad, existen sistemas más desarrollados para usuarios individuales que permiten controlar mejor el proceso de combustión y obtener mejores rendimientos, como los recuperadores de calor, cocinas-estufas y calderas para sólidos, cuya penetración en el mercado es creciente. Asimismo, comienzan a extenderse los sistemas de calefacción de biomasa para comunidades de vecinos y centros públicos. Los sistemas de calefacción con biomasa pueden tener una carga de entre 20 y 800 KW, ya que en ese rango los sistemas tienen considerables ventajas económicas y son, generalmente, fáciles de realizar, ya que la instalación puede llevarse a cabo en el mismo edificio en muchos casos.

3.2 TIPOLOGÍA DE COMBUSTIBLES UTILIZADOS

El Plan de Fomento de las Energías Renovables identifica varios tipos de recursos que pueden ser utilizados como biomasa:

- Residuos forestales, procedentes de los tratamientos y aprovechamientos de las masas vegetales realizados para la mejora de éstas.
- Residuos agrícolas leñosos, procedentes fundamentalmente de las podas de olivos, viñedos y frutales.
- Residuos agrícolas herbáceos, como la paja de los cereales de invierno o los cañotes del maíz.
- Residuos de industrias forestales, procedentes de los procesos de primera y segunda transformación de la madera, que forman un conjunto de materiales heterogéneos entre los que se encuentran astillas, serrín, recortes, cilindros finos y otros.
- Residuos de industrias agrícolas, de origen muy variado. Los de mayor importancia cuantitativa en España son los procedentes de la industria del aceite de oliva.
- Cultivos energéticos lignocelulósicos.

Esta biomasa puede ser sometida a operaciones de adecuación y transformación antes de utilizarse, tales como almacenamiento, triturado, molienda o secado (natural o forzado). Un tratamiento especial es la elaboración de productos densificados, como los pellets y las briquetas, que suponen de aumento del valor añadido del producto y adaptación a determinados requerimientos de los usuarios, especialmente del sector doméstico.

3.3 CONTROL DE EMISIONES

Los humos resultantes de la combustión de biomasa se componen básicamente de CO₂, cuyo ciclo es neutro, y vapor de agua; la presencia de compuestos de

nitrógeno, azufre o cloro es muy baja. No obstante, la emisión de partículas es importante, aunque es fácilmente controlable a través del control de la combustión y de la colocación de ciclones. Además, en caso de que la combustión sea deficiente, puede emitirse CO, aunque en bajas cantidades.

Las calderas de biomasa deben respetar, al igual que otras clases de instalaciones de combustión, unos límites de emisión de contaminantes a la atmósfera, que generalmente vienen marcados por las normativas de ámbito local. Cuando no exista normativa local al respecto, las emisiones de partículas no deberán exceder de 150 mg/Nm³ y las de CO no deben superar los 200 mg/Nm³ a plena carga.

3.4 REQUISITOS Y COMPETENCIAS DEL RESPONSABLE DE LA INSTALACIÓN

El mantenimiento y funcionamiento de las calderas de biomasa requiere de una supervisión constante y cualificada. Es necesario que haya una persona responsable que se encargue de la adquisición y el control de calidad de la biomasa, del control del sistema y de la documentación de la operación de la planta, de la limpieza y de la extracción de las cenizas de forma periódica.

También es posible contratar un suministrador externo de servicios energéticos, al que se le paga por la cantidad de calor consumida, para que se encargue del funcionamiento y mantenimiento de la caldera.

3.5 TRÁMITES DE AUTORIZACIÓN

Las autorizaciones necesarias para la instalación y legalización de un sistema de calefacción con biomasa son iguales que las requeridas para cualquier otro tipo de calefacción convencional. Son otorgados por las autoridades competentes de las Comunidades Autónomas, generalmente pertenecientes a las Direcciones Generales de Industria. Para la concesión de las autorizaciones, las instalaciones deben cumplir siempre la normativa local o nacional que les sea de aplicación.

Las instalaciones de los sistemas de calefacción con biomasa deben cumplir, en general, lo especificado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y en la Normativa Básica de la Edificación.

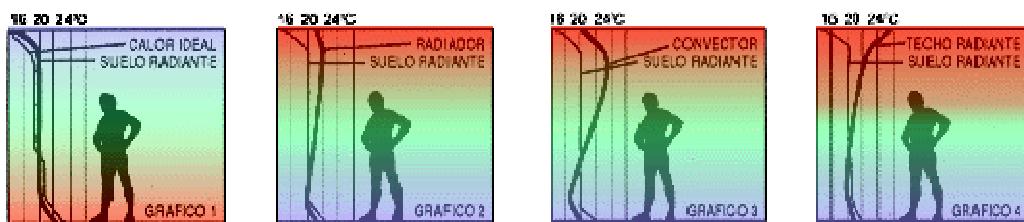
ANEXO 9. SUELO RADIANTE

1. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO RADIANTE

El calor aportado por el Suelo Radiante es uniforme en toda la vivienda. Una importante condición para el confort humano es que, entre el punto más caliente y más frío de la casa, no haya una diferencia de temperatura superior a 5 °C.

El calor viene del suelo (muy importante en casa con niños pequeños) y llega hasta una altura de 2 a 3m., justo donde se necesita.

La curva de distribución de calor del Suelo Radiante sistema Pex es la más cercana a la calefacción ideal (ver esquema).



Esto nos da un confort a 18 °C, temperatura ambiente, idéntico a 20 °C con sistema convencional. Cada grado de diferencia en la temperatura de la casa significa un ahorro del 6 al 8 % en gasto de calefacción.

2. AUTORREGULACIÓN

Una de las características esenciales del sistema de calefacción por Suelo Radiante es el fenómeno de la autorregulación.

Las variables más importantes que definen la cantidad de calor transmitida por radiación son:

- 1.- La distancia entre emisor y receptor (suelo y persona).
- 2.- Salto térmico, es decir, la diferencia de temperatura entre ambos, en ejemplo típico de funcionamiento.

Los parámetros son:

- Temperatura de impulsión del circuito del Suelo Radiante a 42 °C.
- Temperatura de retorno del circuito del Suelo Radiante 34 °C.
- Temperatura del Suelo a 25 °C.
- Temperatura ambiente a 20 °C.
- Salto térmico, suelo-ambiente a 5 °C.
- Radiación emitida a 60 W/m2.

Si la temperatura del habitáculo aumenta a 22 °C (lo que puede suceder por aumento del número de personas, chimenea, aportación solar, a través de la ventana, etc.), el salto térmico se reduce de 5 a 3 °C, es decir un 40 % menos. De forma natural e inmediata la radiación se reducirá de 60 a 36 W/m².

Para el mismo habitáculo en caso de radiadores, funcionando con agua a 80-85 °C, este cambio no supone más de un 5 %, por lo que la radiación prácticamente no variará.

El fenómeno de autorregulación, supone un gran ahorro de energía, porque el calor se radia únicamente donde se necesita.

3. FUENTES DE CALOR

El Suelo Radiante sistema Pex, se puede aplicar a todas las fuentes de energías convencionales y alternativas.

3.1. CONVENCIONALES:

➤ Gasoil:

El recurso energético más barato de todos. Se adapta perfectamente al Suelo Radiante, instalado con válvula mezcladora o intercambiador de calor para conjugar la baja demanda térmica del Suelo Radiante 35 ó 45 °C, con la óptima temperatura de trabajo de los quemadores 80 ó 90 °C.

➤ Gas:

La expansión del gas natural y las actuales campañas de las Compañías suministradoras para la financiación e incluso la gratuidad en las instalaciones de los depósitos (plan personalizado REPSOL, etc.), junto con el desarrollo de las calderas mixtas (Calefacción y Agua Caliente Sanitaria), hacen del gas, una solución muy atractiva para viviendas del tamaño medio.

El control de llama modular, permite a la caldera trabajar directamente con el circuito del Suelo Radiante a temperaturas de 35 a 45 °C.

➤ Electricidad:

Continúa siendo la más limpia de las fuentes de calor, considerando el uso de la tarifa nocturna (acumulado calor en el propio suelo) se reducen los costes hasta el 53 %, convirtiéndola en la opción más interesante para viviendas de superficie reducida.

3.2. ALTERNATIVAS:

➤ Bomba de Calor:

Es un equipo que "bombea" calor desde un nivel de temperatura inaprovechable (5-10 °C) a otro superior (40-45 °C) útil para calefacción por Suelo Radiante.

La energía consumida en el bombeo es considerablemente menor que la transportada (aproximadamente 3 a 1).

La bomba de calor es la selección natural cuando queremos "doble uso" para la fuente de energía (Calefacción y Aire Acondicionado).

➤ **Otras Energías Alternativas adaptables al Suelo Radiante:**

- Energía Solar.
- Recuperadores de chimeneas.
- Calderas de Carbón y Leña.
- Calor residual de procesos industriales.
- Aguas termales, etc.

4. VENTAJAS DEL SUELO RADIANTE

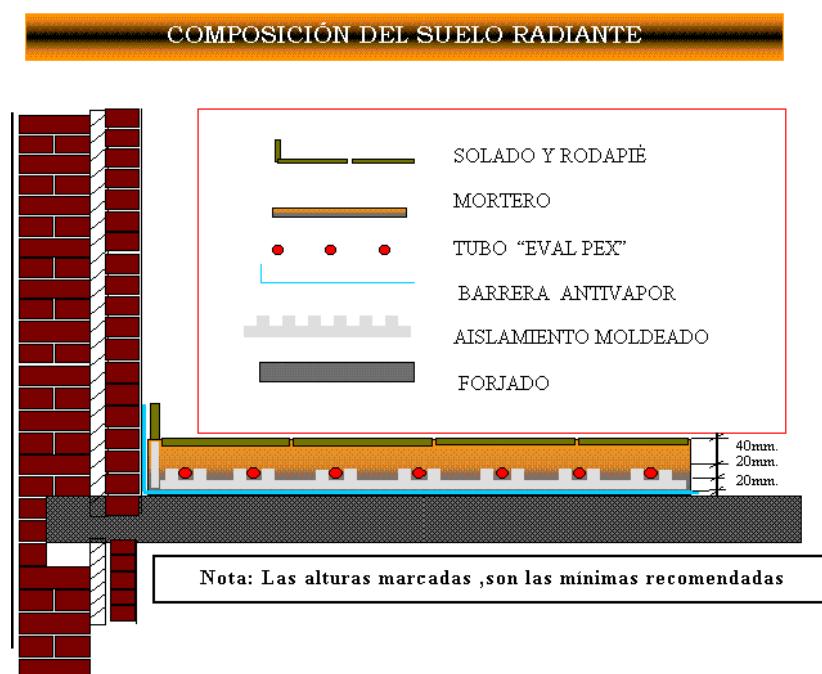
➤ **ESTÉTICA:**

No hay aparatos de calefacción en la casa (radiadores, fan-coils...), resultando la decoración muy beneficiada.

➤ **SALUDABLE:**

El agradable y uniforme calor de la vivienda y el suelo asegura un ambiente sano y limpio, sin acumulación del polvillo quemado, sin turbulencias de aire y sin resecer el ambiente. Por esto, el Suelo Radiante está especialmente recomendado para guarderías, hospitales, residencias de ancianos, etc.

➤ **CONSTRUCCIÓN DEL SUELO:**





➤ **PRECIO:**

El Suelo Radiante tiene un precio muy competitivo frente a los otros sistemas, considerando:

- La seguridad y larga duración.
- El ahorro energético.
- El grado de confort.
- El aislamiento adicional aportado.
- El precio de mantenimiento y la factura anual.

En este punto es donde más destaca el Suelo Radiante, especialmente comparado con sistemas de muy bajo coste de instalación y muy elevados consumos, como por ejemplo el Hilo Radiante Eléctrico.

ANEXO 10. SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR

1. CAPTADOR SOLAR

Es la parte principal de estas instalaciones. El colector o panel solar es el componente de la instalación en el que se capta la radiación solar y se convierte en energía calorífica, al calentarse el fluido que circula por su interior.

1.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La Energía Solar Térmica (EST) aprovecha la componente directa difusa de la radiación total. La conversión de energía radiante en calor, se realiza por los mecanismos de conducción, convección y radiación.

Por conducción se produce la transferencia de calor desde una región que está a una temperatura hasta otra que está a una temperatura inferior en el mismo medio o entre diferentes medios que se encuentran en contacto. Si la transferencia de calor se produce por el desplazamiento de materia entre regiones con diferentes temperaturas, entonces se trata de convección. La convección se produce únicamente en materiales fluidos (líquido o gas). Al hablar de radiación, hacemos referencia al flujo de calor entre dos cuerpos que están a distinta temperatura, sin que en este caso se requiera ningún medio material.

La radiación solar que llega a un colector lo hace sobre la cubierta transparente. Una parte será reflejada, volviendo al exterior y otra se transmitirá, y de ésta que se transmite, la cubierta absorberá una parte.

Existen diferentes tipos de colectores solares, según la aplicación a la que se destinan (domésticas, industriales...). Los diferentes tipos de colectores solares determinan los diferentes sistemas de Energía Solar Térmica, que se clasifican en sistemas de aprovechamiento de baja, media y alta temperatura.

Como en el caso estudiado se basa en la obtención de agua caliente sanitaria para uso doméstico, el sistema usado es el de Baja temperatura. En el cual los tipos de colectores usados son los colectores planos y los de tubo de vacío.

2. COLECTORES PLANOS

Los colectores planos se emplean exclusivamente en instalaciones a baja temperatura. Los convertidores solares planos aprovechan el efecto invernadero. La conversión se realiza mediante una placa metálica que transfiere la energía térmica a un líquido en contacto con la placa. Los componentes típicos de colector solar plano son: la placa, la cubierta, el aislante y la envolvente o carcasa.

La placa o absorbbedora recibe la radiación solar y la convierte en calor que se transmite al fluido caloportador. Las placas son de cobre, cobre-aluminio o acero, incorporando una capa de cromo negro sobre níquel o similar, conseguida mediante un tratamiento electroquímico, que aumenta su absorción. Si esta superficie es negra y de textura mate, captara mejor la energía solar.

La cubierta es una superficie transparente de 3 ó 4 mm de grosor, que permite aprovechar más energía ya que hace posible que se produzca el efecto invernadero. Impide que la radiación infrarroja emitida por el absorbedor se pierda, posibilitando que la misma vuelva al absorbedor y sea aprovechada. Proporciona la estanqueidad necesaria para evitar la entrada de agua o aire. Se debe prestar especial atención a su resistencia mecánica, ya que deben soportar las posibles presiones externas, así como las dilataciones o enfriamientos rápidos.

El aislante se emplea para reducir las pérdidas térmicas a través de los laterales y del fondo de la carcasa del colector, que debe ser de baja conductividad térmica. Los materiales pueden ser de lana de vidrio, lana de roca, corcho, espuma de poliuretano... Se suele adherir al sistema de aislamiento una lámina reflectante de aluminio, que refleja la radiación emitida por la placa absorbedora, reduciendo las pérdidas de calor por la parte posterior del colector solar.

La carcasa permite conformar todos los elementos que componen el colector. Es de aluminio o acero galvanizado para resistir la corrosión, y posee las ranuras de fijación adecuadas para anclar y sujetar el colector al edificio o a su soporte. Debe resistir los cambios de temperatura sin perder estanqueidad. Como los colectores están a la intemperie, deben ser completamente estancos, para lo cual la carcasa debe estar sellada. Entre la cubierta y la carcasa se usa una junta de cubierta, que es un material elástico cuya función es asegurar la estanqueidad de la unión entre ambas. Servirá a su vez para absorber las diferencias en las dilataciones entre la carcasa y la cubierta, para que no se produzca rotura en ningún elemento del captador.

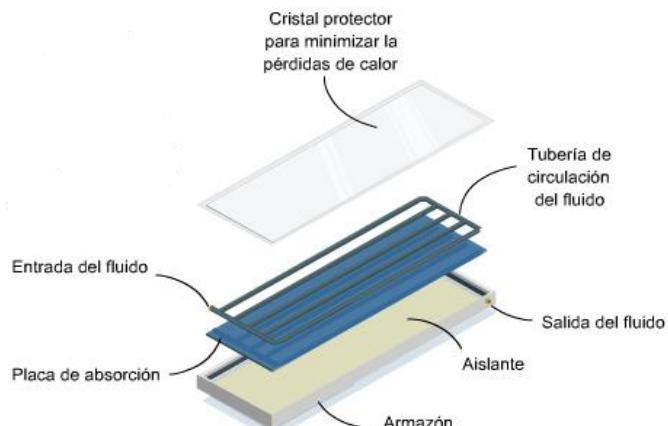


Figura 1. Colector Solar Plano

3. COLECTORES DE TUBO DE VACÍO

Estos colectores presentan una configuración totalmente distinta a los de tipo plano. En este sistema la superficie de captación está formado por un conjunto de tubos de vidrio, dentro de los cuales se encuentra el absorbedor, formado por un tubo metálico dentro del cual se encuentra el fluido de trabajo, que en este caso no es agua, sino alcohol o similar.

Entre el tubo de vidrio y captador hay una cámara en la que se ha hecho el vacío, que es lo que hace de aislante. Los tubos están totalmente sellados en los extremos.

El fluido de trabajo al calentarse, pasa al estado de vapor; sube entonces por el tubo y llega al extremo superior, que está conectado a un condensador que funciona a modo de intercambiador de calor. Aquí el líquido se condensa y vuelve al estado líquido. El líquido retorna a la parte baja del tubo por la gravedad, repitiéndose de nuevo el ciclo de evaporación-condensación.

Estos colectores son capaces de aprovechar la radiación difusa y también funcionan con tiempo frío, lo cual es muy adecuado para nuestro caso al encontrarnos en un clima frío. Además permiten obtener mayores temperaturas y tienen un rendimiento muy elevado.

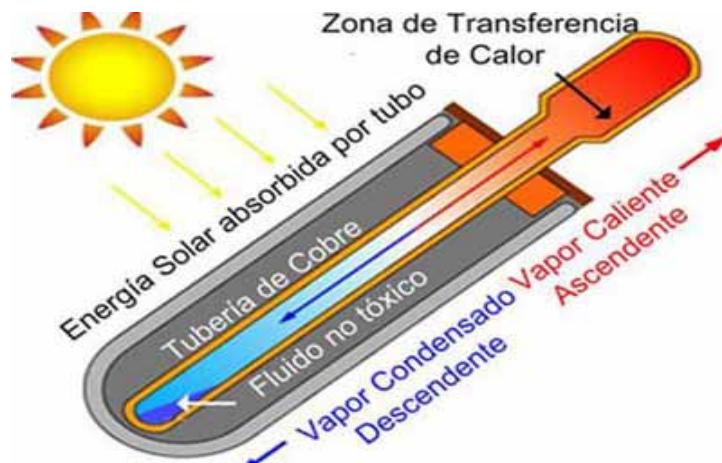


Figura 2. Colector Solar de Tubo de vacío

3. AYUDAS A LA IMPLANTACIÓN

En el Plan de Fomento de las Energías Renovables se prevé la disposición de fondos públicos para la financiación de determinadas ayudas, entre las que se encuentran las “subvenciones a la inversión de equipos de captación o transformación de las energías renovables”. En base a ello, el IDAE tiene un programa de ayudas a la energía solar térmica a baja temperatura, las cuales se convocan con carácter anual por el Consejo de Ministros, quienes establecen la cuantía a subvencionar.

En la línea solar térmica, los proyectos subvencionables se extienden a todas las inversiones en instalaciones de aprovechamiento térmico, entre los cuales se consideran, sin carácter limitativo, las siguientes:

- Aplicaciones para Agua Caliente Sanitaria (ACS).
- Climatización de piscinas.
- Aplicaciones para calefacción y climatización.

Los beneficiarios de las ayudas pueden ser personas físicas o jurídicas de naturaleza privada o pública, agrupaciones de empresas, entidades sin ánimo de lucro y corporaciones locales. Las instalaciones deben ser ejecutadas por una empresa acreditada por el IDAE.

Las ayudas que concede el IDAE constan de dos partes: la primera es una ayuda a fondo perdido y la segunda parte son créditos a bajo interés.

En el caso de la energía solar térmica, estas ayudas se reparten de la siguiente forma:

1. Equipos prefabricados

- Directos: inversión máxima financiable 547 €m2 (30% de ayuda a fondo perdido y 70% en créditos a bajo interés)
- Indirectos: inversión máxima financiable 650 €m2 (30% de ayuda a fondo perdido y 70% en créditos a bajo interés)

2. Sistemas por elementos

- inversión máxima financiable 568 €m2 (30% de ayuda a fondo perdido y 70% en créditos a bajo interés)

Las Comunidades Autónomas también ofrecen ayudas a la implementación de los sistemas solares térmicas. Dependiendo de la comunidad, será diferente la cuantía, que puede concederse como un tanto por ciento del total de la inversión, como créditos a bajo interés, una cuantía en función del tipo de instalación o de componentes empleados, etc. A su vez, hay Comunidades en las que las ayudas son excluyentes y otras en las que son compatibles con las de otras Administraciones.