

Análisis del estado actual de las soluciones constructivas con elementos cerámicos en cuanto al cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE) en lo que se refiere a sus propiedades de resistencia al fuego

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este artículo es analizar el estado actual de las soluciones constructivas con elementos cerámicos en cuanto al cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE) en lo que se refiere a sus propiedades de resistencia al fuego.

En el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB SI) se establece la resistencia al fuego que aportan determinadas soluciones de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcáreo (Anejo F), así como tablas que permiten determinar la resistencia al fuego de forjados de hormigón con elementos de entrevigado cerámicos (Anejo C). El proyectista puede adoptar cualquiera de dichas soluciones, siempre que la resistencia al fuego de la misma sea igual o superior a la establecida en el DB SI para cada caso concreto.

Con el fin de facilitar la aplicación del CTE, Hispalyt publicó el *Catálogo de soluciones cerámicas para el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación*, en cuya redacción participó el Instituto Eduardo Torroja. En este *Catálogo* se aportan valores de resistencia al fuego de diferentes soluciones constructivas a partir de los valores establecidos por el DB SI, incluyendo además otros datos provenientes de ensayos realizados y del Eurocódigo 6.

2. EXIGENCIAS

La estructura del CTE nace de un enfoque basado en “objetivos” o “prestaciones”, cuya finalidad es conseguir un marco reglamentario más flexible y abierto que el anterior, de carácter descriptivo, de forma que al definir objetivos y no prescribir únicamente soluciones o “recetas” concretas, se fomenten la innovación y el desarrollo tecnológico hacia nuevas soluciones.

La intención de partida de dicha estructura es que el agente participante en el proceso de la edificación, ya sea proyectista, reglamentador, fabricante, etc., pueda conocer los parámetros exigenciales descritos por la legislación, de forma que sea capaz de evaluarlos y desarrollar con criterio propio soluciones que los satisfagan.

En concreto, el objetivo del Requisito Básico de Seguridad en caso de Incendio, recogido en el artículo 11 del CTE, consiste en “reducir

a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.”

Para satisfacer este objetivo deben cumplirse las Exigencias Básicas SI 1 a SI 6 que se establecen en la Parte I del CTE relativas a dicho Requisito Básico. En el DB SI, a su vez, se establecen reglas y procedimientos cuya aplicación acredita el cumplimiento de las Exigencias Básicas de Seguridad en caso de Incendio. Para ello, dicho DB se estructura en seis secciones diferentes, que se corresponden con las seis Exigencias Básicas. Sin embargo, es posible usar métodos o soluciones alternativas a las contenidas en el DB, tanto para el cumplimiento de una sección aislada como para el del conjunto del Documento.

Las exigencias que directamente pueden afectar a elementos constructivos constituidos por materiales cerámicos son: SI 1 “Propagación interior”, SI 2 “Propagación exterior” y SI 6 “Resistencia al fuego de la estructura”. Las exigencias SI 3 “Evacuación de ocupantes”, SI 4 “Instalaciones de protección contra incendios” y SI 5 “Intervención de bomberos” no afectan directamente al elemento constructivo considerado, aunque sí de forma global al edificio.

En función de lo establecido en el DB SI, en las secciones correspondientes a dichas exigencias, puede requerirse a un elemento constructivo que tenga determinado comportamiento al fuego en cuanto a los tres parámetros principales de clasificación de resistencia al fuego R, E e I:

R representa la capacidad portante de un elemento estructural;
E representa la integridad de un elemento constructivo con función separadora. El fallo del criterio de capacidad portante también se considera fallo de la integridad;
I representa el aislamiento de un elemento constructivo con función separadora.

Exigencia Básica SI 1 Propagación interior.

La resistencia al fuego que se requiere a los elementos constructivos con función separadora varía mucho, fundamentalmente en función de la altura de evacuación del edificio y del uso del sector:

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio

Elemento	Resistencia al fuego			
	Plantas bajo rasante	Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su <i>uso previsto</i> :				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento	EI 120	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	El ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			



Los artículos técnicos son facilitados por Hispalyt (asociación española de fabricantes de ladrillos y tejas de arcilla cocida) y forman parte de los programas de investigación que desarrolla sobre los distintos materiales cerámicos y su aplicación.

Independientemente de lo anterior, los elementos que separan viviendas o determinados establecimientos de uso comercial entre sí, así como las paredes de toda habitación para alojamiento en uso residencial público deben tener, al menos, una resistencia al fuego EI 60.

En cambio, si se trata de elementos que delimitan locales o zonas de riesgo especial, la resistencia al fuego requerida depende del riesgo de los mismos:

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90	EI 120	EI 180
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 45-C5

Por otra parte, si el elemento delimita una escalera protegida o especialmente protegida, un pasillo protegido o un vestíbulo de independencia, debe aportar una resistencia al fuego de al menos EI 120.

Las cubiertas destinadas a alguna actividad o que estén previstas para ser utilizadas en evacuación, precisan de una función de compartimentación de incendios, similar a la de las particiones interiores horizontales. En caso de no darse las anteriores condiciones, es decir, que no estén destinadas a actividad alguna ni estén previstas para ser utilizadas en evacuación, las cubiertas no precisan tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo deben aportar la resistencia al fuego R que les corresponda como elementos estructurales, excepto en las franjas que se señalan en SI 2 para cumplir frente a propagación exterior.

Exigencia Básica SI 2 Propagación exterior.

El DB SI establece que las medianerías o muros colindantes con otro edificio deben ser al menos EI 120.

Para limitar el riesgo de propagación exterior del incendio a través de las fachadas y cubiertas se establecen separaciones mínimas entre zonas que no sean al menos EI 60.

Exigencia Básica SI 6 Resistencia al fuego de la estructura.

De forma similar a la exigencia SI 1, se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio es suficiente si alcanza la clase indicada en las tablas 3.1 ó 3.2 del DB SI:

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante		
		altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)	R 90			
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)	R 120			

3. CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS BÁSICAS

3.1 Criterios de exposición al fuego

Para determinar la resistencia al fuego de las soluciones de fachada, debe tenerse en cuenta que puede considerarse la acción del fuego desde el interior o desde el exterior del edificio. Según interpretación del Ministerio de Vivienda en el documento Consultas sobre los documentos básicos DB SI y DB SU:

“Dependiendo de cómo esté situada, en cada caso, la franja de fachada o de cubierta separadora de los sectores a independizar respecto de dichos sectores, la acción del fuego sobre ella puede tener lugar, o bien desde el interior del edificio, o bien desde el exterior, o bien desde el interior en una zona de la franja y desde el exterior en otra zona.

Ante la dificultad de hacer una justificación que refleje dicha casuística, se puede considerar en todo caso, muy del lado de seguridad, la acción del fuego desde el interior del edificio.”

En medianerías, la acción del fuego debe considerarse siempre desde el interior del edificio.

Asimismo, en particiones interiores verticales, debe verificarse que su resistencia al fuego es suficiente teniendo en cuenta que la exigencia puede variar dependiendo del uso que haya a cada lado (la acción del fuego puede venir de cualquiera de los dos lados).

Para las soluciones susceptibles de tener una función sustentante (muro de carga o arriostamiento), debe además comprobarse la resistencia al fuego en cuanto a la estabilidad estructural (R) de la hoja principal.

En el caso de las particiones interiores horizontales que separan sectores de incendio, debe considerarse que la resistencia al fuego suficiente está en función del uso del sector inferior. Por otra parte, cuando estos elementos no delimitan sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente R que se exija para el uso de dicho sector.

3.2 Valores de resistencia al fuego

Respecto a las soluciones constructivas de fachada, medianería y partición interior vertical, para obtener valores de resistencia al fuego en cuanto a los parámetros de integridad y aislamiento (EI), generalmente son suficientes los valores establecidos en la tabla F.1 del Anejo F del DB SI:

En el *Catálogo de soluciones cerámicas* de Hispalyt, la mayoría de las resistencias de las soluciones se estimaron a partir de estos datos, así como, para soluciones con bandas de poliestireno expandido elasticado (EEPS) del sistema Silensis, a partir de datos provenientes de ensayos realizados (ver Tabla 2).

Tabla F.1. Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcáreo

Tipo de revestimiento		Espesor <i>e</i> de la fábrica en mm						
		Con ladrillo hueco 40≤ <i>e</i> <80 80≤ <i>e</i> <110 <i>e</i> ≥110			Con ladrillo macizo o perforado 110≤ <i>e</i> <200 <i>e</i> ≥200		Con bloques de arcilla aligerada 140≤ <i>e</i> <240 <i>e</i> ≥240	
Sin revestir		(1)	(1)	(1)	REI-120	REI-240	(1)	(1)
Enfoscado	Por la cara expuesta	(1)	EI-60	EI-90	EI-180	REI-240	EI-180	EI-240
	Por las dos caras	EI-30	EI-90	EI-120	REI-180	REI-240	REI-180	REI-240
Guarnecido	Por la cara expuesta	EI-60	EI-120	EI-180	EI-240	REI-240	EI-240	EI-240
	Por las dos caras	EI-90	EI-180	EI-240	EI-240	REI-240	EI-240 RE-240 REI-180	REI-240

(1) No es usual

Tabla 2. Ensayos de resistencia al fuego de elementos cerámicos con bandas EEPS

Muestra	Clasificación
LHGF 5 bandas EEPS en el perímetro, guarnecido por cara expuesta	EI 30
LHGF 7 bandas EEPS en el perímetro, guarnecido por ambas caras	EI 60
LHGF 7 banda EEPS en la base, guarnecido por ambas caras	EI 120
LHGF 7 banda EEPS en la base, acabado PYL 13mm en ambas caras	EI 90
2xLHGF 6 con LM bandas EEPS en el perímetro, guarnecido por ambas caras	EI 240
2xLHGF 7 con LM bandas EEPS en el perímetro, guarnecido por ambas caras	EI 240

Siendo:

LHGF: Ladrillo hueco gran formato

LM: Lana mineral

EEPS: Poliestireno expandido elastificado

PYL: Placa de yeso laminado

La elección, para todos los ensayos, de muestras realizadas con piezas de gran formato responde a la poca masa de las mismas. Debido a que la masa es determinante en la resistencia al fuego (a mayor masa, mayor resistencia), los datos así obtenidos se pueden extrapolar a soluciones con hojas del mismo espesor y mayor masa.

Como puede apreciarse, los valores proporcionados tanto por la tabla del DB SI como por los ensayos referidos son, básicamente, para soluciones de una sola hoja. En el caso de soluciones constructivas de dos hojas, puede adoptarse como valor de resistencia al fuego del conjunto la suma de los valores correspondientes a cada hoja, teniendo en cuenta la direccionalidad de la acción del fuego. Este criterio de sumar resistencias está permitido expresamente en el Anejo F del DB SI por estar muy del lado de la seguridad.

Cuando no ha sido posible sumar las resistencias de las hojas por falta de datos, en el *Catálogo* se han establecido valores partiendo de hipótesis del lado de la

seguridad. Por ejemplo, una solución de dos hojas con cámara de aire sin ventilar, se ha considerado equivalente a otra de una sola hoja cuyo espesor total es la suma de los espesores de las hojas. Este criterio está también del lado de la seguridad, dado que no se está considerando la resistencia de la cámara de aire o la del aislante que habitualmente la rellena.

Sin embargo, los criterios expuestos no son suficientes para determinar la resistencia al fuego de las soluciones compuestas con bandas EEPS por lo que, para asignar valores a estos elementos, ha sido necesario establecer otro tipo de hipótesis teóricas fundamentadas en resultados de ensayo.

La estabilidad estructural en caso de incendio (R) de la hoja principal, en aquellas soluciones en las que dicha hoja tenga función portante, puede incrementarse si se considera la contribución de integridad y aislamiento de la hoja interior expuesta al fuego.

En aquellos casos en los que en el Anejo F (tabla 1) no se proporcionan datos del parámetro R, éste puede estimarse de forma conservadora a partir de valores establecidos en el *Eurocódigo 6*.

La resistencia al fuego de las soluciones constructivas de partición interior horizontal (forjados) puede determinarse según el Anejo C del CTE, en el que se establecen tablas y métodos específicos.

Según se ha expuesto, los valores de resistencia que se presentan en el *Catálogo de soluciones cerámicas* de Hispalyt, han sido establecidos, del lado de la seguridad, a partir de datos del DB SI, del *Eurocódigo 6* y de resultados de ensayo, siguiendo los criterios descritos anteriormente.

Con carácter general, mediante la aplicación de estos criterios se han obtenido valores de resistencia que igualan e incluso superan los establecidos en el DB SI para las diferentes soluciones de fachadas, medianerías y particiones interiores que se presentan en el *Catálogo*.

Por ejemplo, los valores de resistencia al fuego que se han obtenido para las distintas soluciones de fachada son, generalmente, muy superiores a la resistencia EI 60 exigida por el DB SI para limitar la propagación exterior entre sectores, hacia elementos protegidos, etc.

Para determinadas soluciones de fachada, podrían incluso obtenerse mejores resultados si se dispusieran de datos de ensayo, ya que el valor de la capacidad portante frente al fuego R se ha estimado de forma conservadora. Éste es el caso de algunas soluciones de fachada de doble hoja con bloque cerámico en la principal.

Catálogo Hispalyt. Tabla para solución de fachada FC08 de dos hojas, hoja principal de ½ pie, revestimiento discontinuo, sin cámara y aislante térmico interior.

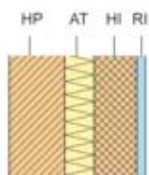


Código	HP Hoja Principal	HI Hoja Interior	SI						
					0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
FC08.H.a	LH11,5*	LH5	EI 180	EI 180	4,47	3,47	2,81	2,33	1,97
FC08.H.a'		LHGF5			4,38	3,38	2,72	2,24	1,88
FC08.H.b		LH7			4,40	3,40	2,74	2,26	1,90
FC08.H.b'		LHGF7			4,23	3,23	2,57	2,09	1,73
FC08.H.c		LH10			4,33	3,33	2,66	2,19	1,83
FC08.H.c'		LHGF10			4,09	3,09	2,42	1,94	1,59
FC05.H.d		BC14				EI 240		4,24	3,24
FC08.P.a	LP11,5*	LH5	REI 120	REI 180	4,52	3,52	2,86	2,38	2,02
FC08.P.a'		LHGF5			4,43	3,43	2,77	2,29	1,93
FC08.P.b		LH7			4,45	3,45	2,79	2,31	1,95
FC08.P.b'		LHGF7			4,28	3,28	2,62	2,14	1,78
FC08.P.c		LH10			4,38	3,38	2,71	2,24	1,88
FC08.P.c'		LHGF10			4,14	3,14	2,47	1,99	1,64
FC08.M.a		LM11,5*			LH5	REI 120	REI 180	4,58	3,58
FC08.M.a'	LHGF5		4,49	3,49	2,83			2,35	1,99
FC08.M.b	LH7		4,51	3,51	2,85			2,37	2,01
FC08.M.b'	LHGF7		4,34	3,34	2,68			2,20	1,84
FC08.M.c	LH10		4,44	3,44	2,77			2,30	1,94
FC08.M.c'	LHGF10		4,20	3,20	2,53			2,05	1,70
FC08.B1.a	BC14		LH5	EI 180	EI 240			4,38	3,38
FC08.B1.a'		LHGF5	4,29			3,29	2,63	2,15	1,79
FC08.B1.b		LH7	4,31			3,31	2,65	2,17	1,81
FC08.B1.b'		LHGF7	4,14			3,14	2,48	2,00	1,64
FC08.B1.c		LH10	4,24			3,24	2,57	2,10	1,74
FC08.B1.c'		LHGF10	4,00			3,00	2,33	1,85	1,50
FC08.B2.a		BC19	LH5			R 120 EI 180	R 120 EI 240	4,26	3,26
FC08.B2.a'	LHGF5		4,17	3,17	2,50			2,03	1,67
FC08.B2.b	LH7		4,19	3,19	2,52			2,05	1,69
FC08.B2.b'	LHGF7		4,02	3,02	2,35		1,88	1,52	
FC08.B2.c	LH10		4,12	3,12	2,45		1,97	1,62	
FC08.B2.c'	LHGF10		3,87	2,87	2,21		1,73	1,37	

En cuanto a los valores obtenidos para las soluciones de medianería, en la mayoría de los casos, se ha igualado o superado la resistencia EI 120 exigida por el DB SI, si bien para ciertas soluciones, (dos hojas con bandas en la hoja interior), los criterios de trabajo adoptados no han resultado suficientes para justificar este valor.

En estos casos, no se han establecido valores de resistencia al no disponerse de datos de ensayo que puedan demostrar mejores resultados.

Catálogo Hispalyt. Tabla para solución de medianería ME01 de dos hojas, hoja principal de 7 a 10 cm, sin cámara y aislante térmico.

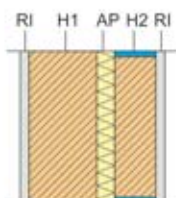


Código	HP Hoja Principal	HI Hoja Interior	SI		HE		
			Con bandas en HI	Sin bandas en HI	Resistencia térmica mínima del aislante R_{AT} (m²K/W)		
					Zona A	Zona B	Zonas C, D y E
ME01.b.a	LH 7	LH5	(1)	Ei 180	0,29	0,40	0,47
ME01.b.b		LH7			0,22	0,33	0,40
ME01.b'.a'	LHGF 7	LHGF5	(1)	Ei 180	0,03	0,14	0,21
ME01.b'.b'		LHGF7			-	-	0,06
ME01.c.a	LH 10	LH5	Ei 120	Ei 180	0,22	0,33	0,40
ME01.c.b		LH7			0,15	0,26	0,33
ME01.c.c		LH10			0,08	0,19	0,26
ME01.c'.a'	LHGF 10	LHGF5	Ei 120	Ei 180	-	-	0,06
ME01.c'.b'		LHGF7			-	-	-
ME01.c'.c'		LHGF10			-	-	-

(1) No se dispone de datos.

Por otra parte, en todas las soluciones de particiones interiores verticales que se presentan en el *Catálogo*, se han obtenido valores de resistencia iguales o superiores a Ei 180, que es el máximo valor exigido por el DB SI para los elementos constructivos con función separadora. En las tablas que contienen las distintas soluciones figuran además los valores de resistencia al fuego en cuanto a estabilidad estructural (R) para los casos de soluciones con capacidad portante.

Catálogo Hispalyt. Tabla para solución de partición interior vertical PV04 de dos hojas con bandas elásticas perimetrales en una hoja.



Código	H1 Hoja 1	H2 Hoja 2	SI	HE									
				$U_{lim,mod}$									
				0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,70	1,90	≥ 2,10	
PV04.Pa	LP11,5'	LH5	R180	1,42	0,85	0,53	0,33	0,19	0,09	0,01	-	-	
PV04.Pa'		LHGF5	R180	1,33	0,76	0,44	0,24	0,10	-	-	-	-	
PV04.Pb		LH7	R180	1,35	0,78	0,46	0,26	0,12	0,02	-	-	-	
PV04.Pb'		LHGF7	R180	1,18	0,61	0,29	0,09	-	-	-	-	-	
PV04.Ma	LM11,5'	LH5	R180	1,48	0,91	0,59	0,39	0,25	0,15	0,07	0,01	-	
PV04.Ma'		LHGF5	R180	1,39	0,82	0,50	0,30	0,16	0,06	-	-	-	
PV04.Mb		LH7	R180	1,41	0,84	0,52	0,32	0,18	0,08	-	-	-	
PV04.Mb'		LHGF7	R180	1,24	0,67	0,35	0,15	0,01	-	-	-	-	
PV04.B1.a	BC14	LH5	R180	1,28	0,71	0,39	0,19	0,05	-	-	-	-	
PV04.B1.a'		LHGF5	R180	1,19	0,62	0,30	0,10	-	-	-	-	-	
PV04.B1.b		LH7	R180	1,21	0,64	0,32	0,12	-	-	-	-	-	
PV04.B1.b'		LHGF7	R180	1,04	0,47	0,15	-	-	-	-	-	-	
PV04.B2.a	BC19	LH5	R180	1,16	0,59	0,27	0,07	-	-	-	-	-	
PV04.B2.a'		LHGF5	R180	1,07	0,50	0,18	-	-	-	-	-	-	
PV04.B2.b		LH7	R180	1,09	0,52	0,20	-	-	-	-	-	-	
PV04.B2.b'		LHGF7	R180	0,92	0,35	0,03	-	-	-	-	-	-	

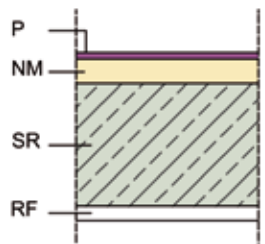
* Los cálculos de esta tabla se han realizado para ladrillo con formato métrico, y serían aplicables igualmente a los ladrillos de formato catalán.

Como se ha señalado anteriormente, los valores de resistencia al fuego para las soluciones de particiones interiores horizontales (forjados) se han determinado según las tablas y métodos que se dan en el Anejo C del DB SI.

Estos valores de resistencia E_I son mínimos, pues únicamente se ha considerado el espesor de la capa de compresión del forjado y de la capa niveladora del pavimento, al que se suma un espesor mínimo de las paredes del elemento cerámico de entrevigado. Si se tiene en cuenta el espesor de otros elementos, que mantengan su función aislante durante todo el periodo de resistencia al fuego como, por ejemplo, un guarnecido de yeso o un falso techo resistente al fuego, pueden obtenerse resistencias E_I mayores.

La resistencia R del forjado debe comprobarse en función de parámetros como el coeficiente de sobredimensionado, el recubrimiento mecánico de las armaduras o la dimensión mínima del nervio.

Tabla para solución de partición interior horizontal PH01 con elementos de entrevigado cerámicos.



Código	Canto (cm)	SI ⁽¹⁾ (EI)	HE							
			$U_{lim,mod}$							
			0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,70	1,90
Resistencia térmica mínima del aislante R_{AT} (m ² K/W)										
PH01.U.EC.a	20+5	EI 90 ⁽²⁾	1,49	0,91	0,60	0,40	0,26	0,15	0,07	0,01
PH01.U.EC.b	25+5	EI 90 ⁽²⁾	1,45	0,87	0,56	0,36	0,22	0,11	0,03	-
PH01.U.EC.c	30+5	EI 90 ⁽²⁾	1,42	0,84	0,53	0,33	0,19	0,08	-	-
PH01.R.EC.a	20+5	EI 120	1,62	1,04	0,73	0,53	0,39	0,28	0,20	0,14
PH01.R.EC.b	25+5	EI 120	1,59	1,01	0,70	0,50	0,36	0,25	0,17	0,11
PH01.R.EC.c	30+5	EI 120	1,57	0,99	0,68	0,48	0,34	0,23	0,15	0,09

(1) Se dan valores mínimos de resistencia E_I considerando únicamente los espesores de capa de compresión del forjado y de capa niveladora del pavimento, al que se suma un espesor mínimo de 0,5 cm de las paredes del elemento cerámico de entrevigado (equivalente a 1 cm de espesor de hormigón, según el DB SI). Pueden obtenerse resistencias mayores teniendo en cuenta el espesor de otros elementos que mantengan su función aislante durante todo el periodo de resistencia al fuego (por ejemplo un enlucido de yeso, un falso techo resistente al fuego, etc).

Por otro lado, debe comprobarse la resistencia R del forjado, según el Anejo C del DB SI, en función de parámetros como el coeficiente de sobredimensionado, el recubrimiento mecánico de las armaduras o la dimensión mínima del nervio.

(2) Al menos EI 120 si tiene un revestimiento de yeso como acabado inferior.

4. CONCLUSIONES

Según se ha expuesto anteriormente, para obtener valores de resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica que igualen o superen los valores exigidos en el DB SI, en la mayoría de los casos es suficiente la aplicación de valores establecidos en el Anejo F del DB SI, válidos para soluciones de una hoja. Estos valores también pueden ser aplicables para establecer la resistencia de soluciones con dos o más hojas, en cuyo caso es necesario establecer hipótesis del lado de la seguridad, como por ejemplo sumar resistencias, espesores.

En cambio, una serie de valores tabulados puede no resultar suficientemente flexible para el actual desarrollo tecnológico del sector, teniendo en cuenta asimismo, que la realización de ensayos para determinar la resistencia al fuego de nuevas soluciones cerámicas es una opción limitada.

Ante esta situación, sería conveniente que el CTE, siguiendo la tendencia de otras normativas con carácter internacional, evolucionara hacia la obtención de una herramienta o modelo matemático para el cálculo de la resistencia al fuego de soluciones cerámicas en general.

Una herramienta de este tipo permitiría determinar la resistencia al fuego de cualquier solución de una manera suficientemente ajustada frente a la adopción de criterios e hipótesis del lado de la seguridad que, muchas veces, llevan a obtener valores de resistencia al fuego más bajos que los que se podrían obtener mediante ensayos.

Dicha herramienta debería fundamentarse tanto en los valores del CTE como en datos provenientes de ensayos para poder evaluar la influencia de parámetros como el porcentaje de huecos de los ladrillos, distintos espesores de revestimientos, distinto número de hojas de fábrica, la presencia o no de una capa intermedia de lana mineral o de una cámara de aire, etc.

Autores

Virginia Gallego Guinea
Mariana Linares Cervera
Luis Vega Catalán

Unidad de calidad en la construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc)

Analysis of the current level of compliance of construction solutions that contain ceramic elements with the Technical Building Code's (CTE) requirements on fire resistance.

1. INTRODUCTION

The objective of this article is to analyse the current level of compliance of construction solutions that contain ceramic elements with the Technical Building Code's (CTE) requirements on fire resistance.

The Basic Security Document in case of Fire (DB SI) sets out the fire resistance properties of certain ceramic and sandline brick solutions (Annex F), as well as those of concrete floor frameworks containing ceramic infilling (Annex C). In order to facilitate the implementation of the CTE, Hispalyt published the *Catálogo de soluciones cerámicas para el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación* (catalogue of ceramic solutions for compliance with the Technical Building Code). This catalogue indicates the fire resistance values of different construction solutions based on values that were established by the DB SI, and also includes data obtained from tests and Eurocode 6.

2. REQUIREMENTS

The requirements that directly affect construction elements made of ceramic materials are: SI 1 "Interior propagation", SI 2 "Exterior propagation" and SI 6 "Fire resistance of the structure".

Based on the requirements set out in the DB SI, a construction element may be required to meet a certain fire performance standard with regard to the three main fire resistance classification parameters R, E and I:

R represents the carrying capacity of a structural element;

E represents the integrity of a construction element acting as a separator. If the carrying capacity criteria is considered inadequate, so too is the integrity;

I represents the insulation of a construction element acting as a separator.

Basic requirement SI 1 Interior propagation.

The fire resistance performance required of construction elements that act as separators varies considerably, but basically depends on the building evacuation height and the use of the sector (see table 1.2; *Fire resistance* of walls, ceilings and doors that delimit fire sectors).

Nevertheless, the elements separating houses or certain commercial establishments, in addition to all rooms in public accommodation, must have a fire resistance rating of at least EI 60.

On the other hand, for elements delimiting special risk premises or areas, the required fire resistance rating will depend on the actual risk (see table 2.2 Conditions of special risk areas in buildings).

Furthermore, if the element delimits a protected or specially protected staircase, a protected corridor or ventilated lobby, it must have a fire resistance rating of at least EI 120.

Roofs used for some activity or for evacuation purposes must serve a fire compartmentation function similar to that of interior horizontal partitions. However, if the roof is not used for any activity or for evacuation, it does not have to fulfil a fire compartmentation function and, as the structural element it is, an R fire resistance rating will suffice, except for the areas indicated in SI 2 that must be able to withstand exterior propagation.

Basic requirement SI 2 Exterior propagation.

The DB SI requires that walls between buildings have a fire resistance rating of at least EI 120.

To reduce the risk of fire spreading to the outside through façades and roofs, minimum separations between areas that do not have a rating of at least EI 60 are required.

Basic requirement SI 6 Fire resistance of the structure.

In a similar way to requirement SI 1, the fire resistance performance of the main structural element of a building is considered adequate if it falls into the category indicated in tables 3.1 or 3.2 of the DB SI (see table 3.1: Adequate *Fire resistance* of structural elements).

3. COMPLIANCE WITH THE BASIC REQUIREMENTS**Fire exposure criteria**

When determining the fire resistance performance of façade solutions, it should be taken into account that fire can start in the building interior or exterior. *However, given the difficulty of determining which is the case, it is considered –in the benefit of safety– that the fire starts inside the building”.*

In the case of horizontal interior partitions that separate fire sectors, the adequacy of the fire resistance will depend on the use of the lower sector. Moreover, when such elements do not delimit fire sectors, but are contained within them, they must have a fire resistance rating of at least R which is required for the use of this sector.

Fire resistance values

To obtain fire resistance values for walls and brick partitions that are equal to or higher than the values required by the DB SI, in most cases it suffices to use the values set out in Annex F of the DB SI, which are valid for solutions consisting of one sheet. These values can also be used to determine the resistance of solutions based on two or more sheets, in which case it is necessary to use hypotheses that err on the side of safety such as, for example, adding up the resistances or thicknesses.

However, a series of tabulated values may not be sufficiently flexible for the current technological development of the industry.

It would be a good idea if the CTE, following the example of other international regulations, came up with a tool or mathematical model to calculate the fire resistance performance of ceramic solutions in general.

Virginia Gallego Guinea
Mariana Llinares Cervera
Luis Vega Catalán

*Unidad de calidad en la construcción. Instituto de Ciencias de
la Construcción Eduardo Torroja (ICTCC)*