

PLAN DE FORMACIÓN DEL CTE - CSCAE



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## Parte II



PLAN DE FORMACIÓN DEL CTE - CSCAE



DOCUMENTO BÁSICO **SI**  
Seguridad en caso de incendio



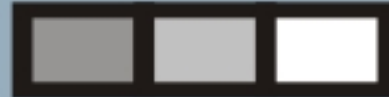
# Documento Básico **SI**

---

## Seguridad en caso de incendio

- SI 1 Propagación interior
- SI 2 Propagación exterior
- SI 3 Evacuación
- SI 4 Detección, control y extinción del incendio
- SI 5 Intervención de los bomberos
- SI 6 Resistencia al fuego de la estructura**

PLAN DE FORMACIÓN DEL CTE - CSCAE



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## Parte II

DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

oct

Oficina Consultora Tècnica

[www.coac.net/oct](http://www.coac.net/oct)





# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

## RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

---

Se aprueba la **clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos** que figuran en los anexos I, II y III en función de sus **propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego**.

Dicha **clasificación se aplicará, con carácter obligatorio, a los productos de construcción y a los elementos constructivos que estén afectados por el requisito esencial de seguridad en caso de incendio**, al que se refiere el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, sobre disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio.

El presente real decreto entrará en vigor a los tres meses de su publicación en el BOE (2-04-2005).



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

## **RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)** ---

Aprueba la nueva clasificación europea de los productos de construcción fabricados para su incorporación con carácter permanente a las obras y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia al fuego, determina los nuevos ensayos y la correspondencia de las nuevas clasificaciones con las actuales.

Este Real Decreto viene a completar la transposición en España de la **Directiva 89/106/CEE sobre Productos de la Construcción.**



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

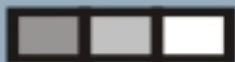
## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

### Anexo I

---

**Clasificación de los productos de construcción en función de las características de reacción al fuego.**



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

### CLASIFICACIÓN NACIONAL DE REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES SEGÚN LA NBECPI/96 Y LA NORMA ESPAÑOLA UNE 23.727:1990 1R

Estas clases, denominadas M0, M1, M2, M3 y M4, indican la magnitud relativa con la que los correspondientes materiales pueden favorecer el desarrollo de un incendio.

**M 0:** material no combustible ante la acción térmica normalizada del ensayo (*vidrio, materiales pétreos y cerámicos, metales, yesos, lana de roca, etc.*)

**M 1:** material combustible pero no inflamable, lo que implica que su combustión no se mantiene cuando desaparece la aportación de calor desde un foco exterior. (*PVC, lana de vidrio, DM, fórmica, barnices ignífugos, etc.*)

**M 2:** material con grado de inflamabilidad baja (*madera*)

**M 3:** material con grado de inflamabilidad media (*madera*)

**M 4:** material con grado de inflamabilidad alta





# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

### CLASIFICACIÓN NACIONAL DE REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES SEGÚN LA NBECPI/96 Y LA NORMA ESPAÑOLA UNE 23.727:1990 1R

UNE 23.727-90

REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES			
CLASIFICACIÓN	características		
	COMBUSTIBLE	INFLAMABILIDAD	
M0	NO	NO	
M1	SI	NO	
M2	SI	SI	Moderada
M3	SI	SI	Media
M4	SI	SI	Alta



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

### CLASIFICACIÓN EUROPEA DE REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES SEGÚN EL RD 312/2005 Y LA NORMA UNE-EN 13501-1:2002. EUROCLASES

- Las nuevas clases son **A1, A2, B, C, D, E, F** que se corresponden conceptualmente con las siguientes definiciones:

<b>A1:</b>	No Combustible.	Sin contribución en grado máximo al fuego
<b>A2:</b>	No Combustible.	Sin contribución en grado menor al fuego
<b>B:</b>	Combustible.	Contribución muy limitada al fuego
<b>C:</b>	Combustible.	Contribución limitada al fuego
<b>D:</b>	Combustible.	Contribución media al fuego
<b>E:</b>	Combustible.	Contribución alta al fuego
<b>F:</b>	Sin clasificar	



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

## CLASIFICACIÓN EUROPEA DE REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES SEGÚN EL RD 312/2005 Y LA NORMA UNE-EN 13501-1:2002. EUROCLASES

Asimismo, en los ensayos también cabe considerar las clasificaciones adicionales siguientes, que son de carácter obligatorio en la mayoría de clases a pesar de que alguna de ellas pueda quedar exenta de clasificación adicional. Los conceptos a considerar son:

- **opacidad de los humos, s** (smoke) con denominación **s1, s2, s3** , para baja, media o alta opacidad de humos (incorpora los conceptos de velocidad de propagación y producción total de humos).
- **caída de gotas o partículas inflamadas, d** (drop) con denominación **d0, d1, d2**, para nula, media o alta caída de gotas o partículas inflamadas.
- Ejemplo de denominación: "B-s3, d1"



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

## CLASIFICACIÓN EUROPEA DE REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES SEGÚN EL RD 312/2005 Y LA NORMA UNE-EN 13501-1:2002. EUROCLASES

Por último, la clasificación no sólo depende del comportamiento ante el fuego de los materiales, sino también de la forma en que éstos se colocan sobre los soportes ya que los ensayos de un mismo material sobre diferentes aplicaciones finales puede dar distintas clasificaciones.

Consecuentemente, **los materiales deben clasificarse según su aplicación final.**

La clasificación de los materiales para paredes y techos irán sin subíndice, para los suelos llevarán el subíndice **FL** (floor) y la de los productos lineales para aislamientos de tuberías llevarán el subíndice **L** (line).

En el Anexo I del RD 312/2005 se enumeran una serie de materiales y productos clasificados sin necesidad de ensayos.



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

#### LAS EUROCLASES: UNE EN 13501-1:2002

Clasificación según: (clasificación principal)	COMBUSTIBILIDAD	Aplicación final			COMBUSTIBLE	CONTRIBUCIÓN AL FUEGO	
		paredes techos	suelos	Productos lineales para aislamiento térmico de tuberías			
		A1	A1 <sub>FL</sub>	A1 <sub>L</sub>	NO	NO	grado máximo
		A2	A2 <sub>FL</sub>	A2 <sub>L</sub>	NO	NO	grado menor duración de la llama ≤20s
		B	B <sub>FL</sub>	B <sub>L</sub>	SI	SI	Muy limitada
		C	C <sub>FL</sub>	C <sub>L</sub>	SI	SI	Limitada
		D	D <sub>FL</sub>	D <sub>L</sub>	SI	SI	Media
		E	E <sub>FL</sub>	E <sub>L</sub>	SI	SI	alta
		F	F <sub>FL</sub>	FL	Sin clasificar, sin comportamiento determinado		
Clasificaciones adicionales según:	CAPACIDAD DE HUMOS	Cantidad y velocidad de emisión			Baja	s1	<i>Observaciones:</i> Las clases A1, A1 <sub>FL</sub> y A1 <sub>L</sub> ; E, E <sub>FL</sub> y E <sub>L</sub> ; y F, F <sub>FL</sub> y F <sub>L</sub> no se clasifican bajo este concepto.
					Media	s2	
					Alta	s3	
	CAIDA DE GOTAS O DE PARTÍCULAS INFLAMADAS	Sin caída (UNE-EN 13823:2002) en 600s			d0		<i>Observaciones:</i> Las clases A1, A1 <sub>FL</sub> y A1 <sub>L</sub> , y F, F <sub>FL</sub> y F <sub>L</sub> no se clasifican bajo este concepto.
Sin caída (UNE-EN 13823:2002) durante más 10s			d1				
Ni d0, ni d1			d2				

El tratamiento de algunas familias de productos da lugar a clasificaciones específicas (suelos, productos lineales para aislamiento térmico). El tratamiento de otros productos aún en estudio (cables, canales, tubos,...) puede dar lugar a nuevos cuadros de clasificación que se irán publicando en el BOE como desarrollo del RD 312/2005.



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

En el Anexo II del RD 312/2005 se establece una **clasificación de las cubiertas y los recubrimientos de cubiertas** (producto que constituye la capa superior del conjunto de la cubierta) **ante un fuego exterior** en base la norma UNE ENV 1187:2003.

Esta norma prevé tres métodos de ensayo distintos ( $X_{\text{ROOF}}(t1)$ ,  $X_{\text{ROOF}}(t2)$  y  $X_{\text{ROOF}}(t3)$ ) que responden a diferentes escenarios de riesgo de incendio.  
*(t1 = pavesa en llamas; t2 = pavesa en llamas + viento; t3 = pavesa en llamas + viento + radiación)*

En territorio español, los productos afectados por esta clasificación deberán serlo según el ensayo  $X_{\text{ROOF}}(t1)$ . *(Cada estado miembro de la Unión Europea tiene potestad para determinar el ensayo aplicable en su territorio)*

CLASIFICACIÓN DE LAS CUBIERTAS Y LOS RECUBRIMIENTOS DE CUBIERTAS ANTE UN FUEGO EXTERIOR en base la norma UNE ENV 1187:2003.	
- $B_{\text{ROOF}}(t1)$ da cumplimiento a toda una serie de condiciones fijadas por el ensayo	- $F_{\text{ROOF}}(t1)$ no tiene ningún comportamiento determinado

También en el mismo Anexo II se clasifican, **sin necesidad de ensayos**, algunas cubiertas y recubrimientos de éstas según su reacción ante un fuego exterior.



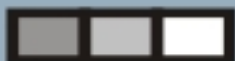
# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

Por consiguiente se hace evidente que la nueva clasificación de los materiales frente el fuego supone una **forma más compleja de identificar** y determinar al definir los materiales que intervienen en la obra.

- Ya no basta con saber el grado de **combustibilidad** del material (**A1, A2, B, C, D, E y F**), sino que es preciso saber su comportamiento ante otros parámetros como son el **humo** (producción y velocidad de propagación de éste; **s1, s2 y s3**) y la producción y caída de **partículas o gotas inflamadas** (si se producen o no, o en el caso de que se produzcan el tiempo que tardan en apagarse; **d0, d1 y d2**).
- Adquiere especial relevancia cuál será la **colocación de estos materiales en la obra**, ya que de su clasificación y situación en la obra dependerá su idoneidad para el uso destinado, puesto que habrá de cumplir los tres parámetros de clasificación simultáneamente (combustibilidad, humos y caída de gotas o partículas inflamadas)



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

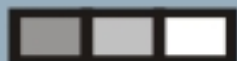
### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

Con el objetivo de familiarizarnos con la nueva clasificación, se expone a continuación la tabla de "*Clase de reacción admisible en los materiales de revestimiento*" de la NBE-CPI/96 (art. 16.1) con su correspondencia con las clasificaciones correspondientes según las Euroclases del CTE.

RECORRIDO DE EVACUACIÓN		Revestimientos de suelos		Revestimientos de paredes y techos	
		NBE-CPI/96	Euroclases	NBE-CPI/96	Euroclases
Recorridos en recintos	<b>PROTEGIDOS</b>	M2	<i>B<sub>FL</sub>-s2</i>	M1	<i>B-s3,d0</i>
	<b>NORMALES</b> Uso hospitalario	M2	<i>B<sub>FL</sub>-s2</i>	M1	<i>B-s3,d0</i>
	Otros usos	M3	<i>C<sub>FL</sub>-s2</i>	M2	<i>C-s3,d0</i>

Igualmente, en el artículo 16.3 de la NBE-CPI/96 se determina que los materiales situados en el interior de falsos techos o suelos técnicos, tanto los utilizados para aislamiento térmico como para acondicionamiento acústico, como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o ventilación serán de clase M1 o más favorable. En base a la nueva clasificación se tendrá que pedir o aceptar un material clasificado como *B-s3,d0* para estos usos.





# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

### Anexo III

---

**Clasificación en función de las características de resistencia al fuego de los elementos y productos de construcción.**



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

### CLASIFICACIÓN NACIONAL DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS SEGÚN LA NBE-CPI/96 Y LA NORMA UNE 23 093

El comportamiento frente al fuego de un elemento constructivo se define por el tiempo durante el cual dicho elemento debe mantener aquellas condiciones que le sean aplicables durante el ensayo normalizado según la norma **UNE 23 093** "*Ensayo de la resistencia al fuego de las estructuras y elementos de la construcción*".

Las condiciones ensayadas son:

- a) Estabilidad o capacidad portante
- b) Ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta al fuego
- c) Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes
- d) Resistencia térmica suficiente para impedir que se produzcan en la cara no expuesta temperaturas superiores a las que se establecen en la mencionada UNE.



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

### CLASIFICACIÓN NACIONAL DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS SEGÚN LA NBE-CPI/96 Y LA NORMA UNE 23 093

Las condiciones ensayadas son:

- a) Estabilidad o capacidad portante
- b) Ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta al fuego
- c) Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes
- d) Resistencia térmica suficiente para impedir que se produzcan en la cara no expuesta temperaturas superiores a las que se establecen en la mencionada UNE.

**(EF) Estabilidad al fuego:** el elemento constructivo (*estructura*) garantiza la condición a).

**(PF) Parallamas:** el elemento constructivo (*cerramiento*) garantiza las condiciones a), b) y c).

**(RF) Resistencia al fuego:** el elemento constructivo (*cerramiento*) garantiza las condiciones a), b), c) y d).

La escala de tiempo normalizada según esta norma UNE es 15, 30, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos.



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

### CLASIFICACIÓN EUROPEA DE LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS SEGÚN EL RD 312/2005 Y LA NORMA UNE-EN 13501-2:2002.

Las principales nuevas clases son:

**R:** Capacidad portante (*resistance*)

**E:** Integridad (*integrity*)

**I:** Aislamiento (*insulation*)

y también se contemplan las siguientes clasificaciones para algunos casos concretos:

**W:** Radiación

**M:** Acción mecánica

**C:** Cierre automático

**S:** Estanquidad al paso de los humos

**P o HP:** Continuidad de la alimentación eléctrica o de la transmisión de la señal

**G:** Resistencia a la combustión de hollines

**K:** Capacidad de protección contra incendios

**D:** Duración de la estabilidad a temperatura constante

**DH:** Duración de la estabilidad considerando la curva normalizada tiempo-temperatura

**F:** Funcionalidad de los extractores mecánicos de humo y calor

**B:** Funcionalidad de los extractores pasivos de humo y calor

La escala de tiempo normalizada según esta norma UNE es 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos.



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

### CLASIFICACIÓN EUROPEA DE LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS SEGÚN EL RD 312/2005 Y LA NORMA UNE-EN 13501-2:2002.

Con esta nueva clasificación, las clases se indican de la siguiente forma:

**R(t)**: tiempo que se cumple la estabilidad al fuego o capacidad portante (*similar al concepto de estabilidad al fuego, EF*)

**RE(t)**: tiempo que se cumple la estabilidad y la integridad al paso de las llamas y gases calientes (*similar al concepto de parallamas, PF*)

**REI(t)**: tiempo que se cumple la estabilidad, la integridad y el aislamiento térmico (*similar al concepto de resistencia al fuego, RF*)



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

### Anexo V

---

#### Adaptación de las exigencias reglamentarias de resistencia al fuego.

El Anexo V "*Adaptación de las exigencias reglamentarias de resistencia al fuego*" establece unas "**tablas de correspondencia**" de los conceptos aplicables de resistencia al fuego a los distintos elementos constructivos (según su función a la obra) en base a la norma española UNE 23.727 y las clases alternativas según la norma europea UNE-EN 13.501-2:2002.

**Estas correspondencias son válidas durante el periodo de coexistencia de ambas clasificaciones**



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

TIPOS DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS y características		CLASIFICACIÓN según	
		reglamentación vigente	clasificación europea <sup>(1)</sup>
<b>ELEMENTOS PORTANTES</b>	- sin función de separación frente al fuego	<b>EF-t</b>	<b>R t</b>
	- con función de separación frente al fuego	<b>RF-t</b>	<b>REI t</b>
<b>PARTICIONES</b>	- con función de separación frente al fuego	<b>RF-t</b> <b>PF-t</b>	<b>EI t</b> <b>E t</b>
<b>TECHOS</b>	- con resistencia intrínseca al fuego	<b>RF-t</b>	<b>EI t</b>
<b>FACHADAS</b> (muros cortina) y <b>MUROS EXTERIORES</b> (incluido elementos de vidrio)		<b>RF-t</b> <b>PF-t</b>	<b>EI t</b> <b>E t</b>
<b>SUELOS ELEVADOS</b>		<b>RF-t</b>	<b>*REI t-f</b>
<b>SISTEMAS DE OBTURACIÓN</b>	- de penetraciones de cables y tuberías	<b>RF-t</b>	<b>EI t</b>
	- ( <b>sellado</b> ) de penetraciones de cables y tuberías	<b>RF-t</b>	<b>EI t</b>
<b>PUERTAS</b>	- y elementos practicables resistentes al fuego y sus dispositivos de cierre	<b>RF-t</b> <b>PF-t</b>	<b>**EI<sub>2</sub>-C t<sup>(2)</sup></b> <b>E-C t<sup>(2)</sup></b>
	- de piso de ascensor	<b>PF-t</b>	<b>E t<sup>(3)</sup></b>
	- para instalaciones y servicios	<b>RF-t</b>	<b>EI t</b>
<b>CONDUCTOS DE VENTILACIÓN Y COMPUERTAS</b> (excluidos los utilizados en sistemas de extracción de calor y de humo)	- resistentes al fuego	<b>RF-t</b>	<b>EI t</b>
<b>CONDUCTOS Y COMPUERTAS</b> para el control de humo y calor	- en un único sector de incendio	<b>RF-t</b> o <b>PF-t</b>	<b>E<sub>600</sub> t</b>
	- resistentes al fuego, en más de un sector de incendio	<b>RF-t</b>	<b>EI t</b>
<b>COMPUERTAS</b> para control de humo	- en más de un sector	<b>RF-t</b>	<b>EI t</b>
<b>EXTRACTORES MECÁNICOS</b> (ventiladores) <b>de calor y humo</b>		Funcionamiento durante <b>t</b> minutos a <b>400°C</b>	<b>F<sub>400</sub> t<sup>(4)</sup></b>

(1) Hay otros parámetros adicionales que pueden figurar en la clasificación de cada tipo de elemento constructivo (Anexo III RD 312/2005)

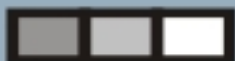
\* La clasificación se completa añadiendo el sufijo "f" para indicar resistencia plena al fuego (REI t-f) o el sufijo "r" para indicar la resistencia, únicamente, a una temperatura constante (REI t-r) (Anexo III RD 312/2005)

(2) Mientras no esté disponible la norma que define el procedimiento de ensayo que permita asignar el parámetro C a la clasificación de las puertas resistentes al fuego (indicativo de la calidad de cierre automático), se aceptará la ausencia de este parámetro, siempre y cuando las puertas tengan un sistema de cierre automático según se fija al apartado "Sistemas de cierre automático de las puertas resistentes al fuego".

\*\* La clasificación I se completa con el sufijo 1 o 2 para indicar la definición del aislamiento utilizado. (Anexo III RD 312/2005)

(3) Conforme a la norma UNE EN 81-58:2004 "Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Exámenes y ensayos - Parte 58: Ensayo de resistencia al fuego de puertas de piso"

(4) Conforme a la norma UNE EN 12101-3:2002 "Sistema de control de humos y calor. Parte 3. Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos"



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

Otras condiciones de resistencia al fuego:

#### **SISTEMAS DE CIERRE AUTOMÁTICO DE LAS PUERTAS RESISTENTES AL FUEGO:**

Deben consistir en un dispositivo según la norma **UNE-EN 1154:2003** *"Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas. Requisitos y métodos de ensayo"*

**- Si las puertas son de dos hojas**

además estarán equipadas con un dispositivo de coordinación de estas hojas conforme a la norma:  
**UNE-EN 1158:2003** *"Herrajes para la edificación. Dispositivos de coordinación de puertas. Requisitos y métodos de ensayo"*

**- Si las puertas se prevén para que permanezcan habitualmente en posición abierta**

deben disponer de un dispositivo conforme a la norma **UNE-EN 1155:2003** *"Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. Requisitos y métodos de ensayo"*





# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

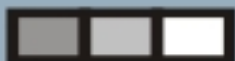
## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

#### CLASES DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

(t = tiempo en minutos)

<i>Tipos de elementos constructivos</i>	<i>Clase exigida por la reglamentación vigente</i>	<i>Clase que debe acreditarse conforme al anexo III<sup>(1)</sup></i>
Portantes sin función de separación frente al fuego	EF-t	R t
Portantes con función de separación frente al fuego	RF-t	REI t
	PF-t	RE t
Particiones con función de separación frente al fuego	RF-t	EI t
	PF-t	E t
Techos con resistencia intrínseca al fuego	RF-t	EI t
Fachadas (muros-cortina) y muros exteriores (incluidos elementos de vidrio)	RF-t	EI t
	PF-t	E t
Suelos elevados	RF-t	REI t-f
Sistemas de obturación de penetraciones de cables y tuberías	RF-t	EI t
Puertas y elementos practicables resistentes al fuego y sus dispositivos de cierre	RF-t	EI <sub>2</sub> -C t <sup>(2)</sup>
	PF-t	E-C t <sup>(2)</sup>
Puertas de piso de ascensor	PF-t	E t <sup>(3)</sup>
Conductos y patinillos para instalaciones y servicios	RF-t	EI t
Sistemas de obturación (sellado) de penetraciones de cables y tuberías	RF-t	EI t



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

### RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

#### CLASES DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

(t = tiempo en minutos)

<i>Tipos de elementos constructivos</i>	<i>Clase exigida por la reglamentación vigente</i>	<i>Clase que debe acreditarse conforme al anexo III<sup>(1)</sup></i>
Conductos de ventilación y compuertas resistentes al fuego (excluidos los utilizados en sistemas de extracción de calor y humo)	RF-t	EI t
Conductos y compuertas para control de humo y calor en un único sector de incendio	RF-t o PF-t	E <sub>600</sub> t
Conductos y compuertas resistentes al fuego para control de humo y calor en más de un sector de incendio	RF-t	EI t
Compuertas para control de humo en más de un sector de incendio	RF-t	EI t
Extractores mecánicos (ventiladores) de calor y humo	Funcionamiento durante t minutos a 400 °C	F <sub>400</sub> t <sup>(4)</sup>

(1) Véanse, en el anexo III, otros parámetros adicionales que pueden figurar en la clasificación de cada tipo de elemento constructivo.

(2) Mientras no esté disponible la norma que define el procedimiento de ensayo que permita asignar el parámetro C, indicativo de la cualidad de cierre automático, a la clasificación de las puertas resistentes al fuego, se aceptará la ausencia de dicho parámetro, siempre que las puertas tengan un sistema de cierre automático según se establece en el apartado 5.2.1.

(3) Conforme a la norma UNE EN 81-58:2004, "Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Exámenes y ensayos – Parte 58: Ensayo de resistencia al fuego de las puertas de piso".

(4) Conforme a la norma UNE EN 12101-3: 2002, "Sistemas de control de humos y calor. Parte 3. Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos."



# CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-Seguridad Incendios (SI)

RD 312/2005 de 18 de marzo (BOE 2-04-2005)

Se observa que, conceptualmente, **la nueva clasificación de resistencia al fuego de los elementos constructivos, productos o sistemas no comporta un cambio tan sustancial como la nueva clasificación de reacción al fuego de los materiales**, es más un tema de nomenclatura y de nuevos ensayos así como de la forma como éstos se llevan a cabo.

Sin embargo, **al fijar las características de comportamiento frente al fuego de los distintos elementos del edificio se deberá considerar cual es la función de cada uno de ellos en el conjunto de la edificación.**

Por consiguiente, un elemento estructural como un pilar será **R-(t)**; los elementos (horizontales y verticales) que delimitan un sector de incendio serán **REI-(t)** o bien **EI-(t)** según tengan función portante o no, respectivamente (por ejemplo, una puerta colocada en un elemento de sectorización podrá ser EI ya que carece de función portante y la pared separadora entre habitaciones de hotel también será EI-(t) si ésta no tiene función portante).

PLAN DE FORMACIÓN DEL CTE - CSCAE



# DOCUMENTO BÁSICO SI

Seguridad en caso de incendio

**Exigencia Básica SI-6 Resistencia al fuego de la estructura**





### Objeto

- Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio".



### Objeto reglamentado:

- **Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI)**
  - 1 El objetivo del **requisito básico** “Seguridad en caso de incendio” 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.**
  - 2 Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
  - 3 **El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas** y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, **excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial** a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación. (↑)



### Objeto reglamentado:

- **Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI)**
- **11.1 Exigencia básica SI 1 - Propagación interior**
  - Se limitará el *riesgo* de propagación del incendio por el interior del *edificio*.
- **11.2 Exigencia básica SI 2 - Propagación exterior**
  - Se limitará el *riesgo* de propagación del incendio por el exterior, tanto en el *edificio* considerado como a otros *edificios*.
- **11.3 Exigencia básica SI 3 – Evacuación de ocupantes**
  - El *edificio* dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.



### Objeto reglamentado:

- **Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI)**
- **11.4 Exigencia básica SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios**
  - El *edificio* dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.
- **11.5 Exigencia básica SI 5 - Intervención de bomberos**
  - Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.
- **11.6 Exigencia básica SI 6 – *Resistencia al fuego* de la estructura**
  - La estructura portante mantendrá su *resistencia al fuego* durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.





# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **11.6 Exigencia básica SI 6 – *Resistencia al fuego* de la estructura**
  - La estructura portante mantendrá su ***resistencia al fuego*** durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

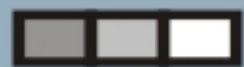
- **Sección SI 6 *Resistencia al fuego* de la estructura**
  - 1 Generalidades
  - 2 *Resistencia al fuego* de la estructura
  - 3 Elementos estructurales principales
  - 4 Elementos estructurales secundarios
  - 5 Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio
  - 6 Determinación de la *resistencia al fuego*
- **Anejos**
  - Anejo SI A Terminología
  - Anejo SI B *Tiempo equivalente de exposición al fuego*
  - Anejo SI C *Resistencia al fuego* de las estructuras de hormigón armado
  - Anejo SI D *Resistencia al fuego* de las estructuras de acero
  - Anejo SI E *Resistencia al fuego* de las estructuras de madera
  - Anejo SI F *Resistencia al fuego* de los elementos de fábrica



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **Sección SI 6 *Resistencia al fuego* de la estructura**
- **1 Generalidades**
- 1 La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio **afecta a su estructura de dos formas diferentes**. Por un lado, **los materiales ven afectadas sus propiedades**, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otro, **aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos**, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.
- 2 En este Documento Básico **se indican únicamente métodos simplificados de cálculo suficientemente aproximados para la mayoría de las situaciones habituales** (véase anejos B a F). **Estos métodos sólo recogen el estudio de la *resistencia al fuego* de los elementos estructurales individuales ante la *curva normalizada tiempo temperatura*.**



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **Sección SI 6 *Resistencia al fuego* de la estructura**
- **1 Generalidades**
- **3 Pueden adoptarse otros modelos** de incendio para representar la evolución de la temperatura durante el incendio, tales como las denominadas *curvas paramétricas* o, para efectos locales los modelos de incendio de una o dos zonas o de *fuegos localizados* o métodos basados en dinámica de fluidos (CFD, según siglas inglesas) tales como los que se contemplan en la norma UNE-EN 1991-1-2:2004.

En dicha norma se recogen, asimismo, también otras *curvas nominales* para fuego exterior o para incendios producidos por combustibles de gran poder calorífico, como hidrocarburos, y métodos para el estudio de los elementos externos situados fuera de la envolvente del *sector de incendio* y a los que el fuego afecta a través de las aberturas en fachada.

- 4 En las normas UNE-EN 1992-1-2:1996, UNE-EN 1993-1-2:1996, UNE-EN 1994-1-2:1996, UNE-EN 1995-1-2:1996, se incluyen modelos de resistencia para los materiales.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **Sección SI 6 *Resistencia al fuego* de la estructura**
- **1 Generalidades**
- 5 Los modelos de incendio citados en el párrafo 3 son adecuados para el estudio de edificios singulares o para el tratamiento global de la estructura o parte de ella, así como cuando se requiera un estudio más ajustado a la situación de incendio real.
- 6 En cualquier caso, también es válido evaluar el comportamiento de una estructura, de parte de ella o de un elemento estructural mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.
- 7 **Si se utilizan los métodos simplificados indicados en este Documento Básico no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.**



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

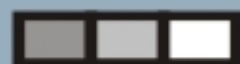
- **Sección SI 6 *Resistencia al fuego* de la estructura**
- **2 *Resistencia al fuego* de la estructura**
- 1 Se admite que un elemento tiene suficiente *resistencia al fuego* si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante  $t$ , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. En general, basta con hacer la comprobación en el instante de mayor temperatura que, con el modelo de *curva normalizada tiempo-temperatura*, se produce al final del mismo.
- 2 En el caso de *sectores de riesgo mínimo* y en aquellos *sectores de incendio* en los que, por su tamaño y por la distribución de la *carga de fuego*, no sea previsible la existencia de *fuegos totalmente desarrollados*, la comprobación de la *resistencia al fuego* puede hacerse elemento a elemento mediante el estudio por medio de *fuegos localizados*, según se indica en el Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991-1-2: 2004) situando sucesivamente la *carga de fuego* en la posición previsible más desfavorable.
- 3 En este Documento Básico no se considera la capacidad portante de la estructura tras el incendio.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **Sección SI 6 *Resistencia al fuego* de la estructura**
- **3 Elementos estructurales principales**
- 1 Se considera que la *resistencia al fuego* de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:
  - a) alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo temperatura*
  - b) soporta dicha acción durante el *tiempo equivalente de exposición al fuego* indicado en el anejo B.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

**Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales**

Uso del sector de incendio considerado <sup>(1)</sup>	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		<15 m	<28 m	≥28 m
Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 <sup>(3)</sup>	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 <sup>(4)</sup>		

<sup>(1)</sup> La resistencia al fuego suficiente de un suelo es la que resulte al considerarlo como techo del sector de incendio situado bajo dicho suelo.

<sup>(2)</sup> En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

<sup>(3)</sup> R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

<sup>(4)</sup> R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

**Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios <sup>(1)</sup>**

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

<sup>(1)</sup> No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

La resistencia al fuego suficiente de un suelo es la que resulte al considerarlo como techo del sector de incendio situado bajo dicho suelo





# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **Sección SI 6 *Resistencia al fuego* de la estructura**
- **3 Elementos estructurales principales**
- 2 Las estructuras de cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no exceda de 28 m, así como los elementos que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o *establecimientos* próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los *sectores de incendio*. A tales efectos, puede entenderse como ligera aquella cubierta cuya carga permanente no exceda de 1 kN/m<sup>2</sup>.
- 3 Los elementos estructurales de una *escalera protegida* o de un *pasillo protegido* que estén contenidos en el recinto de éstos, serán como mínimo R-30. Cuando se trate de *escaleras especialmente protegidas* no se exige *resistencia al fuego* a los elementos estructurales.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **Sección SI 6 *Resistencia al fuego* de la estructura**
- **4 Elementos estructurales secundarios**
- 1 A los elementos estructurales secundarios, tales como los cargaderos o los de las entreplantas de un local, se les exige la misma *resistencia al fuego* que a los elementos principales si su colapso puede ocasionar daños personales o compromete la estabilidad global, la evacuación o la compartimentación en *sectores de incendio* del edificio. En otros casos no precisan cumplir ninguna exigencia de *resistencia al fuego*.
- 2 Las estructuras sustentantes de elementos textiles de cubierta integrados en edificios, tales como carpas, no precisan cumplir ninguna exigencia de *resistencia al fuego* siempre que, además ser clase M2 conforme a UNE 23727:1990 según se establece en el Capítulo 4 de la Sección 1 de este DB, el certificado de ensayo acredite la perforación del elemento. En caso contrario, los elementos de dichas estructuras deberán ser R 30.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **Sección SI 6 *Resistencia al fuego* de la estructura**
- **5 Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio**
  - 1 Deben ser consideradas las mismas acciones permanentes y variables que en el cálculo en situación persistente, si es probable que actúen en caso de incendio.
  - 2 Los efectos de las acciones durante la exposición al incendio deben obtenerse del Documento Básico DB-SE.
  - 3 Los valores de las distintas acciones y coeficientes deben ser obtenidos según se indica en el Documento Básico DB-SE, apartados 3.4.2 y 3.5.2.4.
  - 4 **Si se emplean los métodos indicados en este Documento Básico para el cálculo de la *resistencia al fuego* estructural puede tomarse como efecto de la acción de incendio únicamente el derivado del efecto de la temperatura en la resistencia del elemento estructural.**



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **Sección SI 6 Resistencia al fuego de la estructura**
- **5 Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio**
- 5 Como simplificación para el cálculo se puede **estimar el efecto de las acciones de cálculo en situación de incendio** a partir del efecto de las acciones de cálculo a temperatura normal, como:

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} E_d \quad (5.2)$$

siendo:

$E_d$  efecto de las acciones de cálculo en situación persistente (temperatura normal);

$\eta_{fi}$  factor de reducción.

donde el factor  $\eta_{fi}$  se puede obtener como:

$$\eta_{fi} = \frac{G_K + \psi_{1,1} Q_{K,1}}{\gamma_G G_K + \gamma_{Q,1} Q_{K,1}} \quad (5.3)$$

donde el subíndice 1 es la acción variable dominante considerada en la situación persistente.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **Sección SI 6 *Resistencia al fuego* de la estructura**
- **6 Determinación de la *resistencia al fuego***
- 1 La *resistencia al fuego* de un elemento puede establecerse de alguna de las formas siguientes:
  - a) comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas según el material dadas en los anejos C a F, para las distintas *resistencias al fuego*;
  - b) obteniendo su resistencia por los métodos simplificados dados en los mismos anejos.
  - c) mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.
- 2 En el análisis del elemento puede considerarse que las coacciones en los apoyos y extremos del elemento durante el tiempo de exposición al fuego no varían con respecto a las que se producen a temperatura normal.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

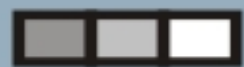
## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

- **Sección SI 6 Resistencia al fuego de la estructura**
- **6 Determinación de la resistencia al fuego**
- 3 Cualquier modo de fallo no tenido en cuenta explícitamente en el análisis de esfuerzos o en la respuesta estructural deberá evitarse mediante detalles constructivos apropiados.
- 4 Si el anejo correspondiente al material específico (C a F) no indica lo contrario, los valores de los coeficientes parciales de resistencia en situación de incendio deben tomarse iguales a la unidad:  $\gamma_{M,fi} = 1$
- 5 En la utilización de algunas tablas de especificaciones de hormigón y acero se considera el **coeficiente de sobredimensionado  $\mu_{fi}$** , definido como:

$$\mu_{fi} = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}} \quad (6.1)$$

siendo:

$R_{fi,d,0}$  resistencia del elemento estructural en situación de incendio en el instante inicial  $t=0$ , a temperatura normal.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI A Terminología

- A efectos de aplicación del DB-SI, **los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos en este anejo, cuando se trate de términos relacionados únicamente con el requisito básico "Seguridad en caso de incendio", o bien en el Anejo III de la Parte I de este CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.**
- Cuando el significado asignado a un término en este Anexo sea igual al establecido en una norma EN o en otro documento, al final de dicho significado y entre paréntesis se indica la referencia de dicho documento



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### ***Anejo SI B Tiempo equivalente de exposición al fuego***

- 1 Este anejo establece el procedimiento para obtener el ***tiempo equivalente de exposición al fuego* que, según se indica en SI 6, puede usarse como alternativa de la duración de incendio a soportar, tanto a efectos estructurales como compartimentadores**. El tiempo equivalente se obtiene teniendo en cuenta las características geométricas y térmicas del sector y el valor de cálculo de la carga de fuego.
- 2 En este anejo se indica también la expresión de la *curva normalizada tiempo-temperatura* definida en la norma UNE EN 1363:2000 y que se utiliza como curva de fuego en los métodos de obtención de resistencias dados en este DB-SI. En la norma (Eurocódigo) UNE EN 1991-1-2:2004 se indican otras curvas de fuego nominales.





# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### ***Anejo SI B Tiempo equivalente de exposición al fuego***

- ***Curva normalizada tiempo-temperatura***
- 1 La *curva normalizada tiempo-temperatura* es la curva nominal definida en la norma UNE EN 1363:2000 para representar un modelo de *fuego totalmente desarrollado* en un *sector de incendio*.

La *curva normalizada tiempo-temperatura* supone, aproximadamente, las siguientes temperaturas:

Tiempo t, en minutos	15	30	45	60	90	120	180	240
Temperatura en el sector $\Theta_g$ , en °C	740	840	900	950	1000	1050	1100	1150



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### *Anejo SI B Tiempo equivalente de exposición al fuego*

- 1 **Para elementos estructurales de hormigón armado, acero, o mixtos** puede tomarse como valor de cálculo del tiempo equivalente, en minutos:
  - $t_{e,d} = k_b \cdot w_f \cdot k_c \cdot q_{f,d}$
- siendo:
- $k_b$  coeficiente de conversión en función de las propiedades térmicas de la envolvente del sector; que puede tomarse igual a 0,07.  
El anejo F de la norma UNE EN 1991-1-2:2004 aporta valores más precisos.
- $w_f$  coeficiente de ventilación en función de la forma y tamaño del sector.
- $k_c$  coeficiente de corrección según el material estructural (Tabla B.1).
- $q_{f,d}$  valor de cálculo de la densidad de carga de fuego en función del uso del sector, en MJ/m<sup>2</sup>, obtenida según se indica en el apartado B.4.

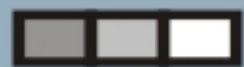


# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### **Anejo SI C *Resistencia al fuego* de las estructuras de hormigón armado**

- 1 En este anejo se establecen métodos simplificados y tablas que permiten determinar la resistencia de los elementos de hormigón ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo-temperatura*.
- 2 Los elementos estructurales deben diseñarse de forma que, ante el desconchado (*spalling*) del hormigón, el fallo por anclaje o por pérdida de capacidad de giro tenga una menor probabilidad de aparición que el fallo por flexión, por esfuerzo cortante o por cargas axiales.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI C Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado

#### C.2. Tablas

- Se analizan elemento a elemento en función de un concepto nuevo que es la **distancia mínima equivalente al eje "a<sub>m</sub>"**

$$a_m = \frac{\sum [A_{si} f_{yki} (a_{si} + \Delta a_{si})]}{\sum A_{si} f_{yki}} \quad (C.1)$$

siendo:

$A_{si}$  área de cada una de las armaduras  $i$ , pasiva o activa;

$a_{si}$  distancia del eje de cada una de las armaduras  $i$ , al paramento expuesto más próximo, considerando los revestimientos en las condiciones que mas adelante se establecen;

$f_{yki}$  resistencia característica del acero de las armaduras  $i$ ;

$\Delta a_{si}$  corrección debida a las diferentes temperaturas críticas del acero y a las condiciones particulares de exposición al fuego, conforme a los valores de la tabla C.1.

Tabla C.1. Valores de  $\Delta a_{si}$  (mm)

$\mu_{fi}$	Acero de armar		Acero de pretensar			
	Vigas <sup>(1)</sup> y losas (forjados)	Resto de los casos	Vigas <sup>(1)</sup> y losas (forjados) Barras	Alambres	Resto de los casos Barras	Alambres
$\leq 0,4$	+10		0	-5		
0,5	+5	0	-5	-10	-10	-15
0,6	0		-10	-15		

<sup>(1)</sup> En el caso de armaduras situadas en las esquinas de vigas con una sola capa de armadura se incrementarán los valores de  $\Delta a_{si}$  en 10 mm, cuando el ancho de las mismas sea inferior a los valores de  $b_{min}$  especificados en la columna 3 de la tabla C.3.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI C *Resistencia al fuego* de las estructuras de hormigón armado

#### C.2. Tablas

- Los valores dados en las tablas siguientes **son aplicables** a hormigones de densidad normal, confeccionados con **áridos de naturaleza silícea**. Cuando se empleen **hormigones con áridos de naturaleza caliza**, en vigas, losas y forjados **puede admitirse una reducción de un 10% tanto en las dimensiones de la sección recta como en la distancia equivalente al eje mínimas**.
- En **zonas traccionadas con recubrimientos de hormigón mayores de 50mm debe disponerse una armadura de piel** para prevenir el desprendimiento de dicho hormigón durante el periodo de resistencia al fuego, consistente en una malla con distancias inferiores a 150 mm entre armaduras (en ambas direcciones), anclada regularmente en la masa de hormigón.



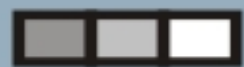
# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI C *Resistencia al fuego* de las estructuras de hormigón armado

#### C.2. Tablas

- Elementos tabulados:
  - C.2.2. Soportes y muros
  - C.2.3. Vigas
    - Con las tres caras expuestas al fuego
    - Expuestas en todas sus caras
    - Losas macizas
    - Forjados bidireccionales con casetones recuperables
    - Forjados unidireccionales
    - Capa protectora



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI C *Resistencia al fuego* de las estructuras de hormigón armado

#### C.2. Tablas

- Elementos tabulados (ejemplo):

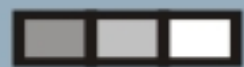
Tabla C.2. Elementos a compresión

Resistencia al fuego	Lado menor o espesor $b_{\min}$ / Distancia mínima equivalente al eje $a_m$ (mm) <sup>(1)</sup>		
	Soportes	Muro de carga expuesto por una cara	Muro de carga expuesto por ambas caras
R 30	150 / 15 <sup>(2)</sup>	100 / 15 <sup>(3)</sup>	120 / 15
R 60	200 / 20 <sup>(2)</sup>	120 / 15 <sup>(3)</sup>	140 / 15
R 90	250 / 30	140 / 20 <sup>(3)</sup>	160 / 25
R 120	250 / 40	160 / 25 <sup>(3)</sup>	180 / 35
R 180	350 / 45	200 / 40 <sup>(3)</sup>	250 / 45
R 240	400 / 50	250 / 50 <sup>(3)</sup>	300 / 50

<sup>(1)</sup> Los recubrimientos por exigencias de durabilidad pueden requerir valores superiores.

<sup>(2)</sup> Los soportes ejecutados en obra deben tener, de acuerdo con la Instrucción EHE, una dimensión mínima de 250 mm.

<sup>(3)</sup> La resistencia al fuego aportada se puede considerar REI



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI C *Resistencia al fuego* de las estructuras de hormigón armado

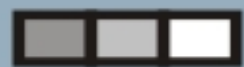
#### C.2. Tablas

- Método simplificado alternativo:
  - Método de la isoterma
    - **C.3.1 Campo de aplicación**
    - 1 Este método es aplicable a elementos de hormigón armado y pretensado, solicitados por esfuerzos de compresión, flexión o flexocompresión.
    - Para poder aplicar este método, la dimensión del lado menor de las vigas o soportes expuestos por dicho lado y los contiguos debe ser mayor que la indicada en la tabla C.6.

Tabla C.6 Dimensión mínima de vigas y soportes

Resistencia a fuego normalizado	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
Dimensión mínima de la sección recta (mm)	90	120	160	180	200





# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI D *Resistencia al fuego* de las estructuras de acero

- 1 En este anejo se establece **un método simplificado** que permite determinar la resistencia de los elementos de acero ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo-temperatura*.
- 2 En el análisis del elemento puede considerarse que las coacciones en los apoyos y extremos del mismo en situación de cálculo frente a fuego no varían con respecto de las que se producen a temperatura normal.
- 3 Se admite que la clase de las secciones transversales en situación de cálculo frente a fuego es la misma que a temperatura normal.
- 4 En elementos con secciones de pared delgada, (clase 4), la temperatura del acero en todas las secciones transversales no debe superar los 350°C.
- 5 En cuanto a la resistencia al fuego de los elementos de acero revestidos con productos de protección con marcado CE, los valores de protección que éstos aportan serán los avalados por dicho marcado.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI D *Resistencia al fuego* de las estructuras de acero

#### Método simplificado de cálculo

1 Vigas y tirantes

En función del el **coeficiente de sobredimensionado**  $\mu_{fi}$ , del factor de forma del acero y del coeficiente de aislamiento del revestimiento

2 Soportes.

3 Determinación de la temperatura del acero.

4 Conexiones.

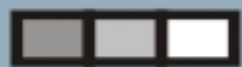


# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI E *Resistencia al fuego* de las estructuras de madera

- En este anejo se establecen un método simplificado de cálculo que permite determinar la resistencia de los elementos estructurales de madera ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo-temperatura*.
  
- Se propone un método único denominado “método de la sección reducida”
  - En este método se consideran las siguientes hipótesis implícitas:
    - - Se analizan, a estos efectos, solamente los elementos estructurales individualmente en lugar de la estructura global.
    - - Las condiciones de contorno y apoyo, para el elemento estructural, se corresponden con las adoptadas para temperatura normal.
    - - No es necesario considerar las dilataciones térmicas en los elementos de madera, aunque sí en otros materiales.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI E *Resistencia al fuego* de las estructuras de madera

La comprobación de la capacidad portante de un elemento estructural de madera se realiza por los métodos establecidos en DB SE-M, teniendo en cuenta las reglas simplificadas para el análisis de elementos establecidos en E.3, y considerando:

- a) una sección reducida de madera, obtenida eliminando de la sección inicial la profundidad eficaz de carbonización,  $d_{ef}$ , en las caras expuestas, alcanzada durante el periodo de tiempo considerado;

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 \quad (E.1)$$

siendo:

$d_{char,n}$  profundidad carbonizada nominal de cálculo, se determinará de acuerdo con el apartado E.2.2.

$d_0$  de valor igual a 7 mm

$k_0$  de valor igual a 1 para un tiempo,  $t$ , mayor o igual a 20 minutos y  $t/20$  para tiempos inferiores, en el caso de superficies no protegidas o superficies protegidas cuyo tiempo del inicio de la carbonización,  $t_{ch}$ , sea menor o igual que 20 minutos. Para superficies protegidas cuyo tiempo del inicio de la carbonización,  $t_{ch}$ , sea mayor que 20 minutos se considerará que  $k_0$  varía linealmente desde cero hasta uno durante el intervalo de tiempo comprendido entre cero y  $t_{ch}$ , siendo constante e igual a uno a partir de dicho punto.

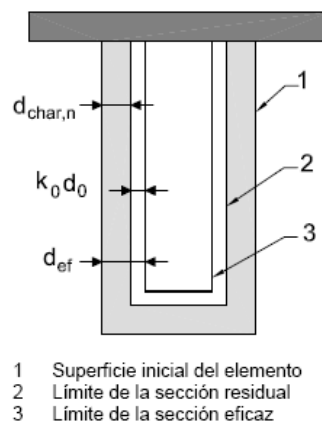


Figura E.1. Definición de la sección residual y eficaz.

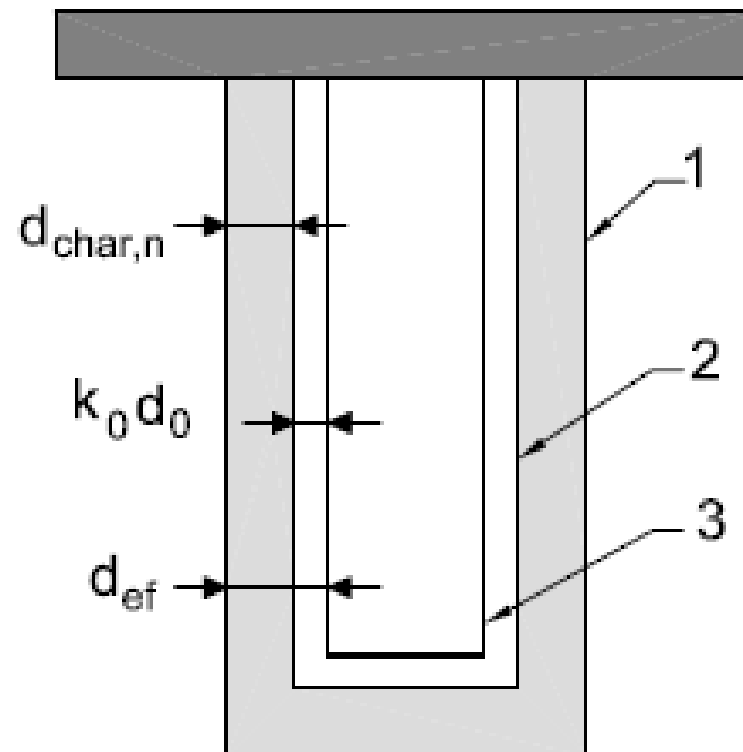
- b) que la resistencia de cálculo y los parámetros de cálculo de la rigidez se consideran constantes durante el incendio, conservando sus valores iniciales;
- c) que el factor de modificación  $K_{mod}$  en situación de incendio se tomará igual a la unidad



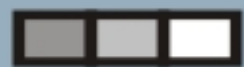
# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI E *Resistencia al fuego* de las estructuras de madera



- 1 Superficie inicial del elemento
- 2 Límite de la sección residual
- 3 Límite de la sección eficaz



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### ***Anejo SI E Resistencia al fuego de las estructuras de madera***

**Método determina primero la velocidad de carbonización de la madera en función de sus características intrínsecas y posteriormente se debe reajustar el tamaño de la sección de cálculo de servicio.**

**Analiza la influencia de las protecciones exteriores (cubriciones) en los elementos de madera considerando dos situaciones: carbonización iniciada antes o después del fallo del elemento de protección**

**Propone unas reglas simplificadas de análisis de los diferentes elementos estructurales.**

**Determina mecanismos de análisis de las uniones y establece una serie de disposiciones constructivas muy simples para muros y forjados de entramado y tablero, así como para adhesivos.**



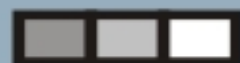
# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### **Anejo SI F *Resistencia al fuego* de los elementos de fábrica**

Es el más sencillo de todos

- En las tablas F.1 y F.2 se establece, respectivamente, la *resistencia al fuego* que aportan los elementos de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcáreo y los de bloques de hormigón, ante la exposición térmica según la *curva normalizada tiempo-temperatura*.
- Dichas tablas son aplicables solamente a muros y tabiques de una hoja, sin revestir y enfoscados con mortero de cemento o guarnecidos con yeso, con espesores de 1,5 cm como mínimo. En el caso de soluciones constructivas formadas por dos o más hojas puede adoptarse como valor de *resistencia al fuego* del conjunto la suma de los valores correspondientes a cada hoja.
- La clasificación que figura en las tablas para cada elemento no es la única que le caracteriza, sino únicamente la que está disponible. Por ejemplo, una clasificación EI asignada a un elemento no presupone que el mismo carezca de capacidad portante ante la acción del fuego y que, por tanto, no pueda ser clasificado también como REI, sino simplemente que no se dispone de dicha clasificación.



# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

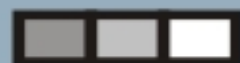
### Anejo SI F *Resistencia al fuego* de los elementos de fábrica

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

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

(1) No es usual





# DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

## Resistencia al fuego de la estructura SI-6

### Anejo SI F *Resistencia al fuego* de los elementos de fábrica

Tabla F.2. *Resistencia al fuego* de muros y tabiques de fábrica de bloques de hormigón

Tipo de cámara	Tipo de árido	Tipo de revestimiento	Espesor nominal en mm	<i>Resistencia al fuego</i>
Simple	Silíceo	Sin revestir	100	EI-15
			150	REI-60
			200	REI-120
	Calizo	Enfoscado por las dos caras	100	EI-60
			150	REI-90
			200	REI-180
	Volcánico	Sin revestir	120	EI-120
			200	REI-180
		Guarnecido por la cara expuesta	120	EI-120
			90	EI-180
			120	EI-180
			200	REI-240
Arcilla expandida	Sin revestir	200	REI-120	
Doble	Arcilla expandida	Sin revestir	200	REI-180



# **DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO**

## **Resistencia al fuego de la estructura SI-6**

### **Anejo SI G Normas relacionadas con la aplicación del DB-SI**

**Se recogen las normas que traen relación con las cuestiones desarrolladas en el documento SI**