



# CAPÍTULO XII

## PROYECTO DE ESTRUCTURAS DE ACERO FRENTE AL INCENDIO

### Artículo 43 Consideraciones generales

#### 43.1. Bases

Este Capítulo establece los criterios a aplicar en el proyecto de estructuras de acero de edificación para verificar su capacidad portante bajo la acción de un incendio, considerado como una "situación accidental", a efectos de seguridad estructural.

Quedan excluidos del ámbito de aplicación de este Capítulo los establecimientos regulados por normativa específica del Ministerio de Defensa, los establecimientos con instalaciones cuya vigilancia corresponda al Consejo de Seguridad Nuclear, y los establecimientos a que se refiere la Legislación Minera.

#### 43.2. Acción de incendio a considerar en el proyecto de estructuras de acero en edificación

Los modelos de la acción de incendio admitidos por esta Instrucción para el proyecto de estructuras de acero en edificación, consideran sólo sus efectos sobre la estabilidad o capacidad portante, y no otros aspectos de su comportamiento ante el fuego regulados por otras normas de construcción, como por ejemplo la estanquidad al fuego, la capacidad de aislamiento térmico, etc., que, llegado el caso, pudiera ser exigible. Por lo tanto la aplicación de este articulado se restringe al caso, normal en el proyecto de edificios con estructuras de acero, de que se asignen a otros elementos constructivos esas prestaciones distintas de los aspectos puramente resistentes.

La acción de incendio o acción térmica se define por el flujo de calor que incide sobre las superficies de los elementos de estructura expuestas al fuego.

Dependiendo del "fuego de cálculo" adoptado, deben utilizarse los siguientes procedimientos:

- Con la curva normalizada tiempos-temperaturas definida por CTE, el análisis térmico de los elementos estructurales se efectúa para un período de tiempo especificado.
- Con otro modelo de incendio, el análisis térmico de los elementos estructurales se realiza para el proceso completo del incendio.

Salvo que las instrucciones o normas de acciones vigentes indiquen lo contrario se adoptarán para los incendios los modelos incluidos en el Anejo 8.































$k_{0,2p,\theta} = f_{0,2p,\theta} / f_y$  Cociente entre la resistencia a temperatura elevada y el límite elástico a 20 °C.

Tabla 46.7. Coeficientes de corrección con la temperatura de la resistencia del acero para la comprobación de elementos con secciones de clase 4

Temperatura del acero $\theta_a$	Coeficiente de reducción (respecto a $f_{yb}$ ) para la resistencia de cálculo de las secciones de acero laminado en caliente y soldadas de clase 4. $k_{p0,2,\theta} = f_{p,0,2,\theta} / f_y$	Coeficiente de reducción (respecto a $f_{yb}$ ) para la resistencia de cálculo de las secciones de acero conformado en frío de clase 4. $k_{p0,2,\theta} = f_{p,0,2,\theta} / f_{yb}$
20°C		1,00
100°C		1,00
200°C		0,89
300°C		0,78
400°C		0,65
500°C		0,53
600°C		0,30
700°C		0,13
800°C		0,07
900°C		0,05
1000°C		0,03
1100°C		0,02
1200°C		0,00

Nota 1: Para valores intermedios de la temperatura del acero puede utilizarse la interpolación lineal.  
Nota 2: Para  $f_{yb}$ , ver apartado 73.4.

#### 46.8. Comprobación en el dominio de las temperaturas

Bajo las condiciones señaladas en los apartados 46.8.1 y 46.8.2, según los casos, se puede efectuar la comprobación resistente en el dominio de las temperaturas, como alternativa a los procedimientos de comprobación expuestos en los apartados precedentes:

$$\theta_{a,t} / \theta_{a,cr} \leq 1,$$

siendo  $\theta_{a,t}$  la temperatura alcanzada en el acero una vez transcurrido un incendio normalizado de duración  $t$ , y  $\theta_{a,cr}$  su valor crítico de acuerdo con lo especificado en dichos apartados.

#### 46.8.1. Elementos cuya sección es de clase 1, 2 ó 3

Para elementos estructurales no susceptibles de experimentar fenómenos de inestabilidad, ni de carácter local (por ser sus secciones de clase 1, 2 ó 3, según el tipo de análisis empleado), ni a nivel del elemento, ni de carácter global, (en resumen cuando no influye la reducción del módulo de elasticidad  $E$ ), a los efectos previstos en 46.8, su temperatura crítica puede determinarse en la tabla 46.8.1, o mediante la expresión siguiente:

$$\theta_{a,cr} = 39,19 l_n \left[ \frac{1}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - 1 \right] + 482$$

donde  $\mu_0$  es el denominado "grado de utilización", dado por:

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0}$$

siendo  $E_{fi,d}$  y  $R_{fi,d,t}$  las magnitudes definidas en el Artículo 46 de este Capítulo, y  $R_{fi,d,0}$  igual a  $R_{fi,d,t}$  para  $t = 0$  (es decir, a temperatura ambiente).

Tabla 46.8.1. Temperatura crítica, en °C, en función del grado de utilización de elementos de clase 1, 2 ó 3 no susceptibles de fenómenos de inestabilidad

$\mu_0$	$\theta_{a,cr}$	$\mu_0$	$\theta_{a,cr}$	$\mu_0$	$\theta_{a,cr}$
0,22	711	0,42	612	0,62	549
0,24	698	0,44	605	0,64	543
0,26	685	0,46	598	0,66	537
0,28	674	0,48	591	0,68	531
0,30	664	0,50	585	0,70	526
0,32	654	0,52	578	0,72	520
0,34	645	0,54	572	0,74	514
0,36	636	0,56	566	0,76	508
0,38	628	0,58	560	0,78	502
0,40	620	0,60	554	0,80	496

#### 46.8.2. Elementos cuya sección es de clase 4

Para los elementos con secciones de clase 4 exclusivamente traccionados, la temperatura crítica se puede determinar mediante la misma expresión del apartado 46.8.1.

Para elementos con secciones de clase 4 solicitados a flexión simple y arriostrados frente al pandeo lateral, de manera simplificada, a menos que se utilice 46.7, se considerará satisfecho el requisito de resistencia en un instante ( $t$ ) del proceso de incendio, si la temperatura  $\theta_{a,t}$  en cualquier punto de la sección verifica la condición siguiente:

$$\theta_{a,t} / \theta_{a,cr} \leq 1, \quad \text{siendo:}$$





$\theta_{a,cr} = 350 \text{ }^\circ\text{C}$  Temperatura crítica específica de las secciones de clase 4, bajo las condiciones citadas.

## Artículo 47 Comprobación de la resistencia de las uniones

Como condición suficiente de validez de las uniones en la situación de incendio, se establece el cumplimiento de todos los requisitos siguientes:

- La "resistencia térmica efectiva del revestimiento" ( $r_{p,ef,d} = r_{p,ef,k}/\gamma_p$ ) no debe ser menor en los elementos de unión que en los elementos unidos.
- El cociente  $E_{fi,d}/R_{fi,d,0}$  no debe ser mayor en la unión que en dichos elementos, siendo:
  - $E_{fi,d}$  Solicitaciones a considerar en la situación accidental de incendio, definidas en este Capítulo.
  - $R_{fi,d,0}$  Resistencias respectivas, en el instante  $t = 0$  del proceso de incendio, es decir, a temperatura ambiente pero con  $\gamma_{M,fi} = 1$ .
- La comprobación resistente a temperatura ambiente de la unión, como la de todos los elementos, debe efectuarse según los criterios señalados en esta Instrucción.

## Artículo 48 Cálculo de temperaturas en el acero

### 48.1. Elementos sin protección

Se define como área expuesta de un elemento de acero por unidad de longitud ( $A_m$ , en  $\text{m}^2/\text{m}$ ), a la porción del área perimetral de su sección transversal que no siendo exterior al edificio, ni estando en contacto con un forjado o elemento similar que le proteja, carezca de revestimiento protector al fuego. Si está "expuesta" toda el área perimetral ( $A_L$ , magnitud usualmente tabulada por los fabricantes), obviamente  $A_m = A_L$ . Si  $A_m$  es variable a lo largo del elemento, se tomará su valor máximo. Este apartado se refiere a elementos en los que  $A_m \geq A_L/2$ , mientras que el apartado siguiente corresponde a elementos con  $A_m = 0$ . Los casos intermedios no están recogidos explícitamente, pero sí admitidos, por esta Instrucción; en esos casos ( $0 < A_m < A_L/2$ ), el autor del proyecto podrá optar entre aplicar los criterios de este apartado tomando  $A_m = A_L/2$ , o bien aplicar los métodos de cálculo "avanzado" indicados en 43.3.

En función de  $A_m$  y del resto de parámetros luego indicados, el incremento elemental de temperatura en el acero ( $\Delta\theta_{a,t}$ ) viene dado por:

$$\Delta\theta_{a,t} = S_m k_{sh} \dot{h}_{net,d} \Delta t / (\rho_a c_a)$$

con:

$S_m = A_m / V \geq 10 \text{ m}^{-1}$  Factor de sección (expresado en  $\text{m}^{-1}$ ), siendo  $V$  el volumen de acero del elemento por unidad de longitud (en  $\text{m}^3/\text{m}$ ).

























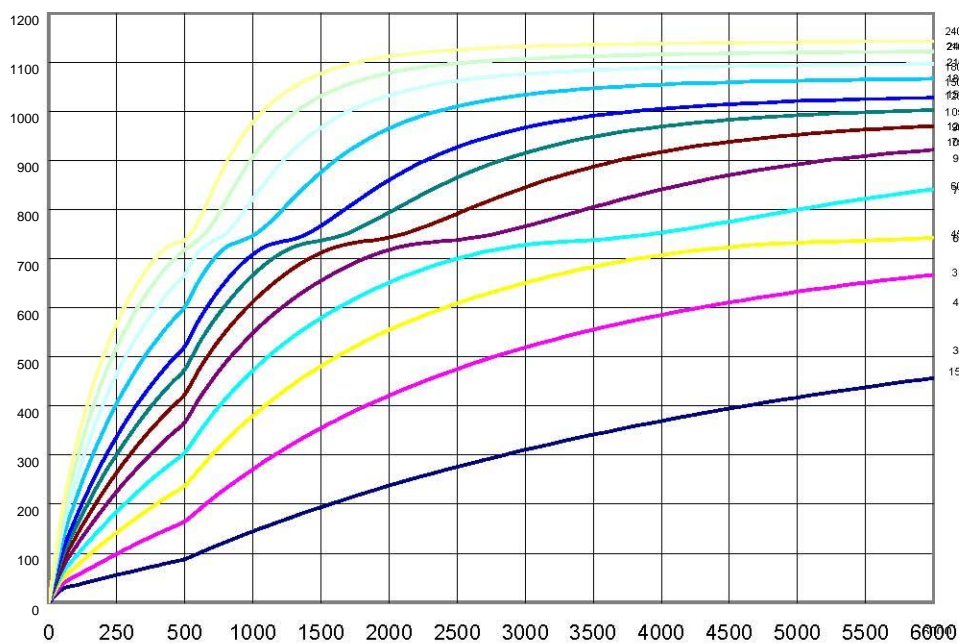


Figura 48.4.1. En ordenadas: temperaturas del acero  $\theta_a$ ,  $0 \leq \theta_a \leq 1200$  °C. En abscisas: variable  $s$ ,  $0 \leq s \leq 6000$  W/(m<sup>3</sup> °K). Cada curva corresponde al valor indicado de  $t$ , en minutos

Figura 48.4.2. En ordenadas: temperaturas del acero  $\theta_a$ ,  $0 \leq \theta_a \leq 1200$  °C. En abscisas: tiempo  $t$ ,  $0 \leq t \leq 240$  minutos. Cada curva corresponde al valor indicado de  $s$ , en W/(m<sup>3</sup> °K)

