

LECCIÓN 5

BASES DE PROYECTO

(EHE-08: Cap. II, III, IV y VIII. CTE: DB SE y DB SE-AE)

1. ACCIONES
2. VALORES CARACTERÍSTICOS
3. VALORES DE CÁLCULO
4. ESTADOS LÍMITE
5. EL MÉTODO DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD
6. SITUACIONES DE PROYECTO
7. HIPÓTESIS DE COMBINACIÓN DE ACCIONES
8. CTE DB SE-AE: ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

1. ACCIONES

- **DEFINICIÓN:** Influencia que, sola o en conjunto con otras, es capaz de provocar tensiones o deformaciones en las estructuras
- **CLASIFICACIÓN**

Por su naturaleza:

- Directas (producidas por cargas directamente aplicadas sobre la estructura)
Peso propio, cargas muertas y sobrecargas de uso
- Indirectas (deformaciones o aceleraciones impuestas que dan lugar a esfuerzos)
Reológicas (retracción y fluencia), térmicas, descenso de apoyos y sísmicas

Por su variación en el tiempo:

- Permanentes (G) (actuando siempre, constantes en magnitud y posición)
Peso propio, cargas muertas, accesorios e instalaciones fijas
- Permanentes de valor no constante (G^*) (actuando siempre, no constantes)
Reológicas (retracción y fluencia) y pretensado
- Variables (Q) (pueden actuar o no sobre la estructura)
 - Sobrecargas de uso
 - Acciones climáticas (nieve, viento, temperatura)
 - Acciones debidas al proceso constructivo
- Accidentales (A) (pequeña probabilidad de actuación pero de gran magnitud)
Impactos, explosiones, etc. y sísmicas

Nota: El empuje del terreno se considera G o G^* , según normas. P.ej., en el CTE DB-SE es G . En las instrucciones de acciones en puentes (IAP –carretera– o IAPF –ferrocarril–) es G^* .

2. VALORES CARACTERÍSTICOS

• VALOR CARACTERÍSTICO DE LAS ACCIONES (F_k)

Es su principal valor representativo. Puede ser:

- Valor medio
- Valor nominal (la autorizada en la utilización de la estructura)
- Valor estadístico (presenta una probabilidad (95 %) de no ser superado durante un período de referencia, que tiene en cuenta la vida útil y la duración de la acción)

* Valor representativo ($\Psi_i F_k$):

El utilizado para la comprobación de los Estados Límite

- Acciones constantes y accidentales $\Rightarrow \Psi = 1$
- Acciones variables:

Valor de combinación $\Psi_0 Q_k$ (acción actuando con otra acción variable)

Valor frecuente $\Psi_1 Q_k$ (valor que es sobrepasado en períodos cortos resp. vida útil)

Valor cuasipermanente $\Psi_2 Q_k$ (valor que se sobrepasa en gran parte de vida útil)

• VALORES CARACTERÍSTICOS DE LOS MATERIALES

Nivel de confianza del 95 % (probabilidad de que se presenten valores superiores al característico durante la vida útil de la estructura).

* **Resistencia característica de proyecto, Resistencia característica especificada o Resistencia de proyecto (f_{ck})**

Es el valor utilizado en el proyecto para la resistencia a compresión como base de los cálculos $f_{ck} = 20-25-30-35-40-45-50-55-60-70-80-90-100$

Notas: - 20 sólo para HM

- En control indirecto de la resistencia $\rightarrow f_{cd} = 10$ aunque $f_{ck} = 25$
- Los hormigones no estructurales se rigen según Anejo nº 18

Alta resistencia \rightarrow

* **Resistencia media a tracción ($f_{ct,m}$)**

$$f_{ct,m} = 0,30\sqrt[3]{f_{ck}^2} \text{ para } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,m} = 0,58\sqrt{f_{ck}} \text{ para } f_{ck} > 50 \text{ MPa}$$

* **Resistencia característica inferior a tracción o resistencia característica a tracción ($f_{ct,k}$)**

$$f_{ct,k} = 0,70 f_{ct,m}$$

* **Resistencia media a flexotracción ($f_{ct,m,fl}$)**

$$f_{ct,m,fl} = \max\left[(1,6 - h/1000)f_{ct,m}; f_{ct,m}\right]$$

h canto del elemento [mm] ($h \geq 600 \rightarrow f_{ct,m,fl} = f_{ct,m}$; $h < 600 \rightarrow f_{ct,m,fl} > f_{ct,m}$)

Se emplea para determinar el momento de fisuración de una sección, que interviene en la verificación de los ELS de Fisuración y Deformación

* **Resistencia característica del acero (f_{yk})**

B 400 $\rightarrow f_{yk} = 400 \text{ MPa}$

B 500 $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

• **TIPIFICACIÓN DE HORMIGONES**

A indicar en los Planos de proyecto y en el P.P.T.P.: **T - R / C / TM / A**

T HM Masa HA Armado HP Pretensado HL Limpieza HNE No estructural

R Resistencia característica del horm. a compresión a 28 días (MPa)

C Consistencia (S - P - B - F - L)

TM Tamaño máximo del árido en mm (< 30 en HL; < 40 en HNE)

A Ambiente

Ej.: HA-30/B/20/IIIa HNE-15/B/30 (sin necesidad de ambiente)

HL-150/B/20 (dosificación mínima de cemento 150 kg/m³)

3. VALORES DE CÁLCULO

- **VALOR DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES (F_d)**

El producto del valor representativo $\Psi_i F_k$ por un coef. parcial de seguridad γ_f

$$F_d = \gamma_f \Psi_i F_k$$

- **VALORES DE CÁLCULO DE LOS MATERIALES**

- * **Resistencia de cálculo del hormigón (f_{cd})**

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

γ_c = Coeficiente parcial de seguridad

α_{cc} = Factor de cansancio del hormigón (reducción de la resistencia para tensiones elevadas -próximas a su resistencia- y de larga duración)

$\alpha_{cc} = 1$ En general, pues el fenómeno se presenta raras veces en la práctica

$0,85 \leq \alpha_{cc} \leq 1$ A decidir por el proyectista en función de la relación cargas permanentes/totales o de las características de la estructura

- * **Resistencia de cálculo del acero (f_{yd})**

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

γ_s = Coeficiente parcial de seguridad

4. ESTADOS LÍMITE

• DEFINICIÓN

Aquellas situaciones que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para la que ha sido proyectada

• CLASIFICACIÓN

1) Estados Límite Últimos (ELU)

Producen el fallo de la estructura por pérdida de equilibrio, colapso o rotura

A nivel estructura o elemento estructural son:

* *(Pérdida de) Equilibrio*

* *Inestabilidad*

A nivel sección son:

* *Agotamiento:* - frente a *solicitaciones normales*

- frente a *cortante*

- por *torsión* en elementos lineales

- frente a *punzonamiento*

- por esf. *rasante* en juntas entre hormigones

* *Fatiga*

2) Estados Límite de Servicio o Utilización (ELS)

Cuando no se cumplen los requisitos de funcionalidad, comodidad o aspecto

* *Deformación*

* *Fisuración*

* *Vibraciones*

3) Estado Límite de Durabilidad

5. MÉTODO COEF. PARCIALES DE SEGURIDAD

• DEFINICIÓN

Es un método semiprobabilista o Nivel 1 de diseño:

- Introducen en el cálculo unos valores numéricos únicos asociados a un determinado nivel de probabilidad (valores característicos)
- Atribuye los efectos de las causas de error a dos factores: los valores de las acciones y las propiedades resistentes y dimensionales de materiales y piezas
- Pondera los val. caract. de resistencias y acciones mediante unos coeficientes parciales de seguridad para tener en cuenta los restantes factores aleatorios

• COEFICIENTES

ELS

Materiales: $\gamma_S = 1$ $\gamma_C = 1$

Acciones:

Tipo de acción		Favorable	Desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante		$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Pretensado	Armadura pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$

ELU**Materiales:**

Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero pasivo y activo γ_s
Persistente o transitoria	1,5 (*)	1,15 (*)
Accidental	1,3	1,0

(*) Se puede reducir a 1,4 (hormigón) ó 1,10 (acero) para control intenso de ejecución s/ Cap. XVII, tolerancias s/ apdo. 6 Anejo 11 y hormigón o acero con distintivo de calidad oficial. Nota: Control intenso ejecución se aplica sólo si el constructor tiene un stma. calidad certificado ISO 9001.

Acciones:

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Favorable	Desfavorable	Favorable	Desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,50$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$

Los coeficientes se aplican a cada acción individual, ni a una combinación de acciones ni a los efectos (esfuerzos) de las acciones.

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Son aquellas situaciones que deben **anticipar todas** las condiciones y circunstancias a las que, previsiblemente, va a estar sometida la estructura, tanto durante su periodo de servicio como durante la ejecución de la obra.

Dentro de cada una se pueden producir diferentes combinaciones de acciones.

7. HIPÓTESIS DE COMBINACIÓN DE ACCIONES

ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

- **Situaciones permanentes o transitorias:**

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- **Situaciones sísmicas:**

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- **Situaciones accidentales:**

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \gamma_A A_K + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes
$G_{k,j}^*$	Valor característico de acciones permanentes de valor no constante
$Q_{k,1}$	Valor característico de la acción variable determinante
$\Psi_{0,i} Q_{k,i}$	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes
$\Psi_{1,1} Q_{k,1}$	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante
$\Psi_{2,i} Q_{k,i}$	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental
A_k	Valor característico de la acción accidental
$A_{E,k}$	Valor característico de la acción sísmica

ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Sólo situaciones de proyecto persistentes y transitorias

• **Combinación poco probable o característica:**

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

• **Combinación frecuente:**

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

• **Combinación cuasipermanente:**

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD Ψ_i (CTE DB SE)

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes \leq 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Fuente: CTE DB SE, 2006

EL CÓDIGO TÉCNICO
DE LA EDIFICACIÓN (CTE)

Documento Básico **SE-AE**
Acciones en la Edificación

Antonio Tomás Espín
Dr. Ingeniero de Caminos, CC. y PP.



E.T.S. de Ingeniería de
Caminos, Canales y Puertos
y de Ingeniería de Minas



Departamento de Ingeniería
Minera y Civil



ÍNDICE DEL DB SE-AE

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico **SE-AE**.
**ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN**

- I. Generalidades
- II. Acciones permanentes
- III. Acciones variables
- IV. Acciones accidentales
 - Anejo A. Terminología
 - Anejo B. Notaciones y unidades
 - Anejo C. Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno
 - Anejo D. Acción del viento
 - Anejo E. Datos climáticos



Ámbito de aplicación del DB SE-AE

- Determinación de las acciones sobre los edificios
- Fuera del alcance: **Aparatos elevadores, puentes grúa, silos y tanques**
- No se definen: **Fuerzas de rozamiento** ⇒ Efectos de las acciones

ACCIONES (clasificación por su variación en el tiempo)

- **Permanentes (G):** P.P., pretensado (EHE), acc. del terreno (SE-C)
- **Variables (Q):** S.U., acc. sobre barandillas y elementos divisorios, viento, acc. térmicas, nieve
- **Accidentales (A):** Sismo, incendio, impacto, otras



ACCIONES PERMANENTES (G)

- Tabiquería (acc. permanente):

$$q_{unif} = (G_{tabiquería} + \Delta G) \times \frac{Sup_{tabiquería}}{Sup_{planta}} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\Delta G = 0 \quad (\text{si } G_{tabiquería} \leq 1,2 \text{ kN/m}^2)$$

$$\Delta G = G_{tabiquería} - 1,2 \quad (\text{si } G_{tabiquería} > 1,2 \text{ kN/m}^2)$$

- Prontuario de pesos (Anejo C)

Tabla C.4 Peso por unidad de superficie de tabiques

Tabiques (sin revestir)	Peso kN/m ²	Revestimientos (por cara)	Peso kN/m ²
Rasilla, 30 mm de espesor	0,40	Enfoscado o revoco de cemento	0,20
Ladrillo hueco, 45 mm de espesor	0,60	Revoco de cal, estuco	0,15
de 90 mm de espesor	1,00	Guarnecido y enlucido de yeso	0,15

Ejemplo:

- Tabique ladrillo hueco 70 mm: 0,82 kN/m²

- Guarnecido yeso: 0,15 × 2 caras = 0,30 kN/m²

Total: $G_{tab} = 1,12 \text{ kN/m}^2$

Fuente: CTE DB SE-AE, 2006



ACCIONES PERMANENTES (G)

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico SE-AE.
ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN

Tabla C.2 Peso por unidad de superficie de elementos de cobertura

Materiales y elementos	Peso kN/m ²	Materiales y elementos	Peso kN/m ²
Aislante (lana de vidrio o roca) por cada 10 mm de espesor	0,02	Tablero de madera, 25 mm espesor	0,15
Chapas grecadas, canto 80 mm, Acero 0,8 mm espesor	0,12	Tablero de rasilla, una hoja una hoja sin revestir	0,40
Aluminio, 0 8 mm espesor	0,04	una hoja más tendido de yeso	0,50
Plomo, 1,5 mm espesor	0,18	Tejas planas (sin enlistonado)	
Zinc, 1,2 mm espesor	0,10	ligeras (24 kg/pieza)	0,30
Cartón embreado, por capa	0,05	corrientes (3,0 kg/pieza)	0,40
Enlistonado	0,05	pesadas (3,6 kg/pieza)	0,50
Hoja de plástico armada, 1,2 mm	0,02	Tejas curvas (sin enlistonado)	
Pizarra, sin enlistonado		ligeras (1,6 kg/pieza)	0,40
solape simple	0,20	corrientes (2,0 kg/pieza)	0,50
solape doble	0,30	pesadas (2,4 kg/pieza)	0,60
Placas de fibrocemento, 6 mm espesor	0,18	Vidriera (incluida la carpintería)	
		vidrio normal, 5 mm espesor	0,25
		vidrio armado, 6 mm espesor	0,35

Fuente: CTE DB SE-AE, 2006

Materiales de cobertura:

Chapa 0,12 kN/m²

Sándwich 0,20 kN/m². Producto aislante térmico entre chapas.

Deck 0,25-0,70 kN/m². Chapa+barrera vapor+aislamiento térmico+impermeabilización+protección (gravilla → 0,70 kN/m²; láminas impermeabilizantes autoprotegidas → 0,25 kN/m²)

5 de 15

Antonio Tomás Espín



ACCIONES PERMANENTES (G)

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico SE-AE.
ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN

Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos

Elemento	Peso
Forjados	kN / m ²
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
Cerramientos y particiones (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
Solados (incluyendo material de agarre)	kN / m ²
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañado; grueso total < 0,15 m	1,5
Cubierta, sobre forjado (peso en proyección horizontal)	kN / m ²
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
Rellenos	kN / m ³
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje ⁽¹⁾	20

⁽¹⁾ El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

Fuente: CTE DB SE-AE, 2006

6 de 15

Antonio Tomás Espín



ACCIONES VARIABLES (Q)

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico SE-AE.
ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN

SOBRECARGA DE USO

- No contemplado: **Equipos pesados, acumulación de materiales en bibliotecas, almacenes o industrias**
- **S.c. uniformemente distribuida** ([Tabla 3.1](#))
- Comprobaciones locales: **Carga concentrada**, simultánea con la s.c. uniforme (zonas de vehículos), o no simultánea (resto casos)
- Zonas de **acceso y evacuación** (categorías A y B) $\Rightarrow + 1 \text{ kN/m}^2$
- **Balcones volados** $\Rightarrow + 2 \text{ kN/m}$ (carga lineal en sus bordes)
- **Espacios de tránsito** (porches, aceras) $\Rightarrow 1 \text{ kN/m}^2$ (uso privado) ó 3 kN/m^2 (uso público)
- **Barandillas** \Rightarrow Una fuerza horizontal a 1,2 m de altura

Tabla 3.2 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios

Categoría de uso	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de los casos	0,8

Fuente: CTE DB SE-AE, 2006

7 de 15

Antonio Tomás Espín



ACCIONES VARIABLES (Q)

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico SE-AE.
ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN

TABLA 3.1.

VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS SOBRECARGAS DE USO

Categoría de uso	Subcategorías de uso	Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]	
A Zonas residenciales	A1 Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles	2	2	
	A2 Trasteros	3	2	
B Zonas administrativas		2	2	
C Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1 Zonas con mesas y sillas	3	4	
	C2 Zonas con asientos fijos	4	4	
	C3 Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4	
	C4 Zonas destinadas a gimnasio o actividades físicas	5	7	
	C5 Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc.)	5	4	
D Zonas comerciales	D1 Locales comerciales	5	4	
	D2 Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7	
E Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)		2	20 (1)	
F Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente (2)		1	2	
G Cubiertas accesibles únicamente para conservación (3)	G1(r)	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 (4)(6)	2
		Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) (5)	0,4 (4)	1
	G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

8 de 15

Antonio Tomás Espín

Fuente: CTE DB SE-AE, 2006



ACCIONES VARIABLES (Q)

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico SE-AE.
ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN

- (1) Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 metros. **Alternativamente** dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de $3,0 \text{ kN/m}^2$ para el cálculo de **elementos secundarios**, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de $2,0 \text{ kN/m}^2$ para el de **losas, forjados reticulados** o nervios de forjados continuos, y de $1,0 \text{ kN/m}^2$ para el de **elementos primarios** como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.
- (2) En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.
- (3) Para cubiertas con una inclinación entre 20° y 40° , el valor de q_k se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.
- (4) El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.
- (5) Se entiende por **cubierta ligera** aquella cuya carga permanente debida únicamente a **su cerramiento no excede de 1 kN/m^2** .
- (6) Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m^2 y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.
- (7) **Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.**
- (7) EC-1 → En cubiertas, no se deberían aplicar conjuntamente y de forma simultánea las acciones exteriores, las sobrecargas de nieve y las acciones de viento.

Sobrecarga de instalaciones:

Fuente: CTE DB SE-AE, 2006

Habitual $0,15 \text{ kN/m}^2$ ($0,20 \text{ kN/m}^2$ para paneles solares).

Coefficientes de combinación $\psi_0 = 0,7$ $\psi_1 = 0,5$ $\psi_2 = 0,3$



9 de 15

Antonio Tomás Espín



ACCIONES VARIABLES (Q)

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico SE-AE.
ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN

VIENTO

$$q_e = q_b c_e c_p$$

q_b presión dinámica viento = $0,42 \text{ kN/m}^2$ (zona A) $0,45 \text{ kN/m}^2$ (B)

c_e coef. exposición (= 1,2-3,5) (en edificios urbanos = 2,0)

c_p coef. presión (fach. laterales: $\cong +0,8$ y $-0,6$

cubiertas 10° : $\cong -1,3$ en análisis local

$\cong -0,7$ y $-0,3$ an. global, difícil estimar)

Comparando con situación normal s/ AE-88 (q_b similar) y altura 9 m:

- Fachadas $\Rightarrow c_{tot,AE88} \cong +0,8$ y $-0,4$ $c_{tot,CTE} \cong +(1,0; 2,2)$ y $-(0,7; 1,6)$

- Cub. an. glob. $\Rightarrow c_{tot,AE88} \cong -0,4$ y $-0,2$ $c_{tot,CTE} \cong -(0,8; 1,9)$ y $-(0,4; 0,8)$

- Cub. an. local $\Rightarrow c_{tot,AE88} \cong -0,4$ $c_{tot,CTE} \cong -(1,6; 3,5)$

10 de 15

Antonio Tomás Espín



ACCIONES VARIABLES (Q)

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico SE-AE.
ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN

ACCIONES TÉRMICAS

No se consideran en los cálculos si **juntas dilatación** ≤ 40 m (CTE), aunque podría ampliarse esta distancia hasta **120 m** (Arnedo, 2009)

NIEVE

$$q_n = \mu s_k \quad (\downarrow 20 \% \text{ si protección del viento; } \uparrow 20 \% \text{ si fuerte exposición})$$

μ coeficiente de forma de la cubierta ($\leq 30^\circ \mu = 1$; $\geq 60^\circ \mu = 0$)

s_k carga de nieve (**0,2 kN/m²**, cota ≤ 400 m, zona 6 Sur-Peninsular)

Peso específico (kN/m³):

1,2 (recién caída)

2,0 (prensada)

4,0 (nieve con granizo)



Fuente: CTE DB SE-AE, 2006

11 de 15

Antonio Tomás Espín



ACCIONES ACCIDENTALES (A)

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico SE-AE.
ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN

ACCIONES ACCIDENTALES

- **Sismo** \Rightarrow NCSE-02
 - *Estr. metálica*. Acción despreciable por: (i) ductilidad de la estructura, (ii) masas de escasa entidad, y (iii) combinación con resto de acciones variables con coeficientes más bajos ψ_2
 - *Estr. hormigón*. Acción no despreciable por lo contrario de (i) y (ii).
- **Incendio** \Rightarrow DB - SI
 - Zonas tránsito vehículos protección contra incendios:
 - Carro **20 kN/m²** distribuido en 3×8 m² (= 480 kN)
 - Carro puntual de **100 kN** (comprobaciones locales)
- **Impacto** \blacktriangleright
- **Otras**: En **fábricas químicas, laboratorios o almacenes de materiales explosivos**, se hará constar en el proyecto las acciones accidentales específicas y su modelo

12 de 15

Antonio Tomás Espín



ACCIONES ACCIDENTALES (A)

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico **SE-AE**.
**ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN**

SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB – SI)

- Sección 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.
- **Sección SI 6 Resistencia al fuego de la estructura**
 - Resistencia al fuego de la **estructura**
 - Elementos estructurales **principales**
 - Elementos estructurales **secundarios**
 - Determinación de los **efectos** de las acciones durante el incendio
 - Determinación de la **resistencia** al fuego
- **Anejos:** Terminología (A). Tiempo equivalente de exposición al fuego (B). Resistencia al fuego de estructuras de hormigón armado (C), de acero (D), de madera (E), de fábrica (F), normativa (G).

13 de 15

Antonio Tomás Espín



ACCIONES ACCIDENTALES (A)

El Código Técnico
de la Edificación
(CTE)

Documento Básico **SE-AE**.
**ACCIONES EN LA
EDIFICACIÓN**

SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB – SI)

- **Efectos estructurales del incendio**
 - Disminución de capacidad mecánica por degradación del material
 - Acciones indirectas (deformaciones de los elementos \Rightarrow tensiones)
- **CTE: Métodos simplificados (anejos B a F)**
 - Estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales ante la curva normalizada tiempo-temperatura
 - No es necesario tener en cuenta las acciones indirectas
- **Métodos indicados en Eurocódigos**
 - Edificios singulares
 - Tratamiento global de la estructura, o parte de ella
 - Estudio más ajustado a la situación de incendio real
- **Métodos experimentales:** Realización de ensayos según R.D. 312/2005 “Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego”

14 de 15

Antonio Tomás Espín



IMPACTO

- Adoptar **medidas de protección**, de verificada eficacia, para disminuir la probabilidad de ocurrencia o atenuar sus consecuencias
- Si **no se adoptan**, dimensionar los elementos resistentes afectados con las acciones debidas al impacto.

- **Vehículos** en zonas de circulación:

Para vehículos ≤ 30 kN, fuerza puntual a 0,6 m de altura:

50 kN paralela a la vía

25 kN perpendicular a la vía, no simultáneas

- **Carretillas elevadoras**: Fuerza = $5 \times P.M.A.$ (a 0,75 m de altura)

- **Helicópteros** (si están previstos): Indicar en proyecto el valor de la acción y su modelo