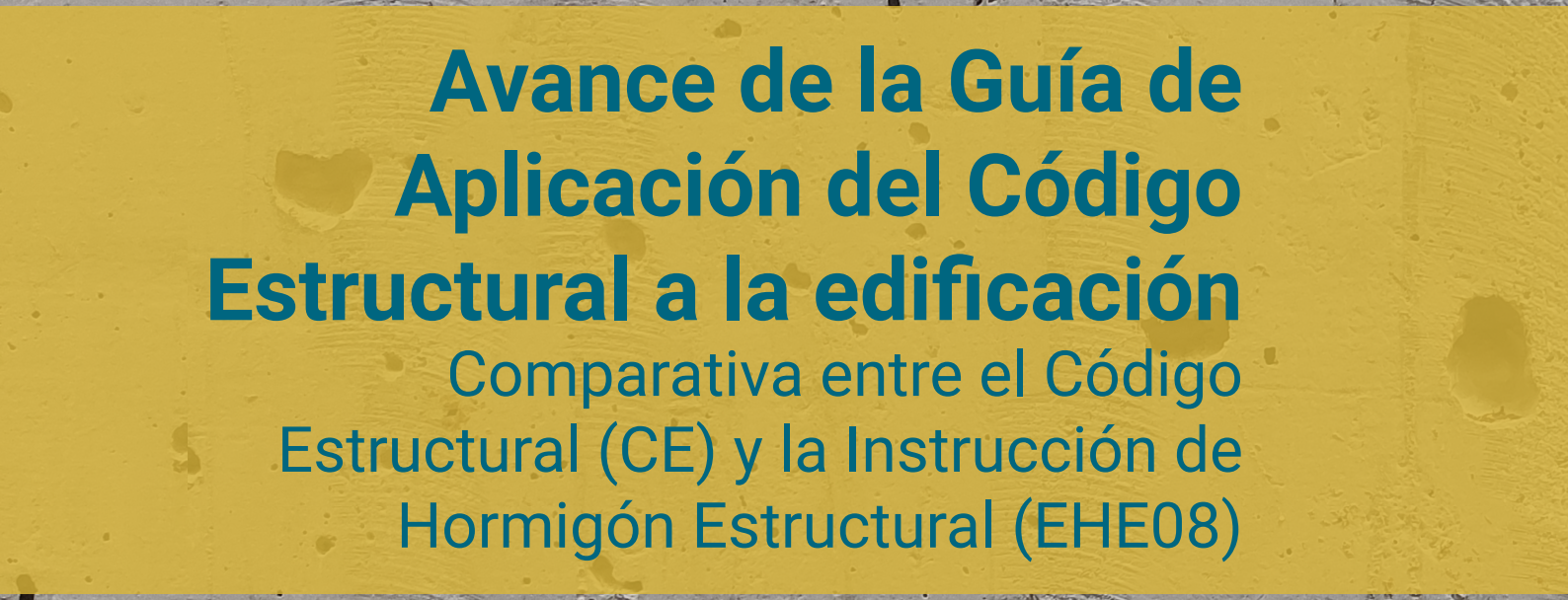


Avance de la Guía de Aplicación del Código Estructural a la edificación

Comparativa entre el Código Estructural (CE) y la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE08)



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

CSIC
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Instituto Eduardo Torroja

2022

Indice

Introducción 04
Objeto y alcance 05
Organización del Código Estructural 05
Contenido de este documento 06
Articulado 07
- Clases de exposición de los elementos de Hormigón 07
- Docilidad del hormigón 08
- Tipificaciones del hormigón 08
- Requisitos mínimos de dosificació del hormigón 09
- Espesores de recubrimiento 09
- Anclaje de armaduras pasivas 10
- Empalmes por solapo 11
- Control estadístico de la resistencia del hormigón 11

Anejo 19 12
- Módulo de deformación 12
- Acero para armaduras pasivas 12
- Diagrama tensión-deformación del hormigón 13
- Modelización de la estructura 13
- Análisis elástico lineal con redistribución 14
- Análisis plástico 14
- Criterios de simplificación para los efectos de segundo orden 15
- Estado Límite Último (ELU) de Cortante 16
- Estado Límite de Servicio (ELS) de Punzonamiento 18
- Bielas y tirantes 20
- Estado Límite de Servicio (ELS) de Fisuración 21
- Estado Límite de Servicio (ELS) de Deformación. Flechas 23
- Armaduras mínimas y máximas. Detalle de Armado. VIGAS 25
- Detalle de armadoo. LOSAS 27
- Detalle de armado. PILARES 28
- Detalle de armado. MUROS 28
- Detalle de armado. CIMENTACIÓN 29
- Detalle de armado. ARMADURA DE ATADO 29
- Pórticos virtuales 30

Este documento se ha realizado bajo la supervisión del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Dirección General de Agenda Urbana y Arquitectura del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Dirección y coordinación:

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana:

Isabel Marcos Anasagasti

Luis Vega Catalán

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja

Carlos Villagrá Fernández

Juan Queipo de Llano Moya

Autores:

Juan Carlos Arroyo Portero – Dr. Ingeniero de caminos

Alejandro Calle García – Arquitecto

Colaboradora:

Paula García Allué - Arquitecta

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

https://cpage.mpr.gob.es

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana:

https://apps.fomento.gob.es/CVP/

Edita:

Centro de Publicaciones

Secretaría General Técnica

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ©

JULIO 2022

NIPO: 796-22-054-9

ISBN: 978-84-498-1073-2

Está permitida la reproducción, parcial o total, del presente documento, siempre que esté destinado al ejercicio profesional de los técnicos del sector. Por el contrario, debe contar con aprobación por escrito cuando esté destinado a fines editoriales en cualquier soporte impreso o electrónico.

Introducción

El Código Estructural se aprobó a través del Real Decreto 470/2021, de 21 de junio. Por medio de este reglamento se establecen los requisitos para el proyecto y la ejecución de estructuras de hormigón, de acero y estructuras mixtas de hormigón y acero, tanto en obras de edificación como de ingeniería civil.

El Código Estructural es el reglamento que sustituye a la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) aprobada por el Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio y la Instrucción de Acero Estructural (EAE), aprobada por el Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo.

El Código Estructural responde a la necesidad de actualizar la reglamentación vigente conforme al estado del conocimiento y a la normativa europea buscando particularmente la convergencia con los procedimientos de cálculo de estructuras establecidos en los *Eurocódigos Estructurales*.

En el Código se regulan las cuestiones relativas a bases de proyecto y análisis estructural, así como a los requisitos técnicos exigibles a los materiales componentes, a la durabilidad y vida útil de las estructuras, a la acción del incendio, al control y la ejecución de las estructuras.

El Código Estructural entró en vigor el 11 de noviembre de 2021. En la disposición transitoria única se establece que el Código no será de aplicación a los proyectos cuya orden de redacción o estudio, en el ámbito de las Administraciones públicas, o encargo, en otros casos, se hubiera efectuado con anterioridad a su entrada en vigor, ni las obras de ellos derivadas, siempre que estas se inicien en un plazo no superior a un año para las obras de edificación, ni de tres años para las de ingeniería civil. En todo caso, el Código puede aplicarse de forma voluntaria en estos supuestos, siempre que el órgano competente, o el promotor, así lo acordara.

Objeto y alcance de este documento

El objeto de este documento es facilitar la transición al Código Estructural (CE) a los proyectistas de estructuras habituados a utilizar la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). El documento se centra por tanto en la regulación de las estructuras de hormigón en el CE por ser esta regulación la que ha experimentado más cambios con la aprobación del nuevo reglamento dado que la EHE-08 es un documento más antiguo que la Instrucción de Acero Estructural (EAE).

Este documento constituye un avance de la futura ***Guía de aplicación del Código Estructural a la edificación*** que se publicará en esta misma serie por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, y una vez que la Guía se publique constituirá un anejo de la misma.

No se trata de un listado exhaustivo de los cambios y novedades que aporta el nuevo Código frente a la reglamentación que sustituye, sino de un conjunto de apuntes referentes a aquellas cuestiones que se consideran significativas, de manera que, tanto aquel que decida iniciar el estudio más profundo del CE como aquel que quiera adaptar sus documentos de proyecto pueda tener una base a partir de la cual abordar esta nueva norma.

El documento se centra en la definición de los materiales y sus propiedades, en las bases de cálculo y en los diversos procedimientos de análisis y dimensionado de estructuras, no entrando a fondo en los aspectos de control y gestión de la calidad.

Organización del Código Estructural

El CE está organizado en un articulado general y 32 anejos.

El articulado general, a su vez, consta de cuatro títulos. Uno de bases generales y tres dedicados cada uno a los tres tipos estructurales cubiertos por la norma (hormigón armado, acero y mixtas). Cada uno de estos tres mantiene una estructura semejante de capítulos.

Los anejos cubren aspectos muy diversos por lo que su extensión es muy variada, siendo el más relevante en lo que se refiere a este documento el anejo 19, que trata del proyecto de estructuras de hormigón.

Cuando se cite un artículo del articulado general se indicará simplemente su numeración. Si pertenece al anejo 19, se citará éste de forma explícita.

Contenido de este documento

Se presenta la información en modo de tabla, de manera que la columna de la izquierda se refiere, de manera ordenada según el índice, al artículo relevante del CE y la de la derecha a su equivalente, si lo hay, de la EHE-08. En los casos en los que el aspecto señalado aparece en la EHE-08 pero no en el CE, la columna izquierda aparece vacía.

La información en celdas describe el artículo y los comentarios de los autores se realizan en texto fuera de las celdas en cursiva.

Este documento recoge tres tipos de modificaciones:

- Cambios de texto, fórmulas o criterios del CE respecto a la EHE-08
- Aclaraciones respecto a asuntos que se han modificado en el CE respecto a la EHE-08, o lo han hecho de manera poco significativa, y sobre los que se ha formado en el sector la impresión de que han experimentado cambios.
- Cuestiones que estaban en la EHE-08 y no están en el CE.

Articulado

Clases de exposición de los elementos de hormigón

CE	EHE-08
27.1 Las clases de exposición se recogen en la tabla 27.1.a. Un mismo elemento puede estar sometido a distintas clases. Las más relevantes en edificación son: - X0: Hormigón en masa sin ataque hielo/deshielo, abrasión o ataque químico. Hormigón armado en ambiente muy seco. - XC1: Seco o permanentemente húmedo. - XC2: Húmedo, raramente seco. - XC3: Humedad moderada. - XC4: Sequedad y humedad cíclicas.	2.1 Las equivalencias con las clases definidas en la EHE-08 son: - I con humedad muy baja: X0 - I con humedad baja: XC1 - IIa: XC2 y XC3 en función de si el contacto con la humedad es permanente o no. - IIb: XC4 - IIIa, IIIb y IIIc: XS1, XS2 y XS3, respectivamente - IV: XD1, XD2, XD3, en función de la intensidad y duración de la humedad. - H: XF1 y XF3 en función de si existe acumulación de agua. - F: XF2 y XF4 en función de si existe acumulación de agua. - Qa: XA1 - Qb: XA2 - Qc: XA3 - E: XM1, XM2 y XM3, en función de la intensidad de la erosión

Comentarios

Desaparece la distinción entre clases generales y específicas. Las clases definidas en el CE son semejantes a las de EHE-08, si bien con matices.

Para ejemplos de clases de exposición, ver 27.1.d

Docilidad del hormigón

<table>
<tr><th>CE</th><th>EHE-08</th></tr>
<tr><td>33.5
Las clases de consistencia se definen con asentamientos diferentes de los indicados en la EHE-08. Se prescribe, para pilares, forjados y vigas, una consistencia fluida, salvo justificación en contra.

<table><tr><th>Tipo de consistencia</th><th>Asentamiento en mm.</th></tr><tr><td>Seca (S)</td><td>0-20</td></tr><tr><td>Plástica (P)</td><td>30-40</td></tr><tr><td>Blanda (B)</td><td>50-90</td></tr><tr><td>Fluida (F)</td><td>100-150</td></tr><tr><td>Líquida (L)</td><td>160-210</td></tr></table></td><td>31.5
Permite emplear consistencia blanda sin necesidad de justificación.

<table><tr><th>Tipo de consistencia</th><th>Asentamiento en mm.</th></tr><tr><td>Seca (S)</td><td>0-20</td></tr><tr><td>Plástica (P)</td><td>30-50</td></tr><tr><td>Blanda (B)</td><td>60-90</td></tr><tr><td>Fluida (F)</td><td>100-150</td></tr><tr><td>Líquida (L)</td><td>160-210</td></tr></table></td></tr>
</table>

Comentarios

Debido a la prescripción de consistencia fluida, el asiento mínimo en vigas y pilares y forjados es 100 mm.

Tipificación de los hormigones

CE	EHE-08
33.6 La tipificación del hormigón se hace de acuerdo con este formato, semejante al empleado en la EHE salvo por el código que define la clase de exposición: T-R/C/TM/A La designación del ambiente (A) se hará de acuerdo con los códigos definidos en 27.1.	39.2 La tipificación del hormigón se hace de acuerdo con el mismo formato: T-R/C/TM/A

Requisitos mínimos de dosificación del hormigón

<table>
<tr><th>CE</th><th>EHE-08</th></tr>
<tr><td>43.2.1
Se fija la resistencia mínima en función de la clase de exposición.

<table><tr><th>Clase de exposición</th><th>f_{ck} del hormigón armado</th></tr><tr><td>X0</td><td>25</td></tr><tr><td>XC1</td><td>25</td></tr><tr><td>XC2</td><td>25</td></tr><tr><td>XC3</td><td>30</td></tr><tr><td>XC4</td><td>30</td></tr></table></td><td>37.3.2
Las resistencias mínimas son recomendaciones.</td></tr>
</table>

Espesores de recubrimiento

<table>
<tr><th>CE</th><th>EHE-08</th></tr>
<tr><td>44.2.1.1 y A19 4.4.1
Los espesores de recubrimiento para una vida útil del proyecto de 50 años , cemento CEM I y hormigón con resistencia característica no mayor de 40 N/mm² son:
<table><tr><th>Clase de exposición</th><th>Recubrimiento mínimo (mm)</th></tr><tr><td>X0, XC1, XC2 o XC3</td><td>15</td></tr><tr><td>XC4</td><td>20</td></tr></table></td><td>37.2.4.1
Los espesores de recubrimiento para una vida útil del proyecto, cemento CEM I y hormigón con resistencia característica no mayor de 40 N/mm² son:
<table><tr><th>Clase de exposición</th><th>Recubrimiento mínimo (mm)</th></tr><tr><td>I, IIa</td><td>15</td></tr><tr><td>IIb</td><td>20</td></tr></table></td></tr>
</table>

Anclaje de las armaduras pasivas

CE	EHE-08
49.5.1.2 Método simplificado Método simplificado para el cálculo de la longitud básica de anclaje para barras con características de adherencia certificadas a partir del ensayo de la viga según apartado 34.2 del CE. - Para barras en posición I: $l_{bl} = m\varnothing^2 \geq \frac{f_{yk}}{20}\varnothing$ - Para barras en posición II: $l_{bll} = 1,4m\varnothing^2 \geq \frac{f_{yk}}{14}\varnothing$	69.5.1.2 Método simplificado Se define el mismo método para las mismas condiciones
49.5.1.2 y A19 8.4 Tensión de adherencia Si las características de adherencia de las barras se comprueban a partir de la geometría de las corrugas o grafilas, según el apartado 34.2 el CE se aplicará el método definido en los artículos 8.4 a 8.9 del Anejo 19 del CE. (2) El valor del cálculo de la tensión última de adherencia, f_{bd} , para las barras corrugadas se puede tomar como: $l_{b,rqd} = (\varnothing / 4)(\sigma_{sd} / f_{bd})$ $f_{bd} = 2,25\eta_1\eta_2 f_{ctd}$	69.5.1.2 Tensión de adherencia Se define el mismo método para las mismas condiciones

Comentarios

La longitud básica de anclaje se define de la misma manera en el CE y la EHE-08

Empalmes por solapo

CE

49.5.2.2 y A19 8.7.3
Si se emplea el método general para el cálculo de la longitud de anclaje, el coeficiente función del porcentaje de barras solapadas con respecto al total del área de la sección (A19 8.7.3) es

Tabla A19.8.3 Valores del coeficiente α_6.

Porcentaje de barras solapadas con respecto al total del área de la sección, ρ_1	<25%	33%	50%	>50%
α_6	1	1,15	1,4	1,5

NOTA: Los valores intermedios podrán determinarse mediante interpolación.

que es distinto del empleado en el método simplificado (49.5.2.2)

Tabla 49.5.2.2 Valores de α

Distancia entre los empalmes más próximos (figura 49.5.2.2)	Porcentaje de barras solapadas trabajando a tracción, con relación a la sección total de acero					Barras solapadas trabajando normalmente a compresión en cualquier porcentaje
	20	25	33	50	>50	
a ≤ 10 ø	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	1,0
a > 10 ø	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,0

EHE-08

69.5.2.2
El método simplificado propone los mismos coeficientes que el artículo 49.5.2.2 del CE.

Tabla 69.5.2.2
Valores de α

Distancia entre los empalmes más próximos (f gura 69.5.2.2.a)	Porcentaje de barras solapadas trabajando a Tracción, con relación a la sección total de acero					Barras solapadas trabajando normalmente a compresión en cualquier porcentaje
	20	25	33	50	> 50	
$a \leq 10$ ø	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	1,0
$a > 10$ ø	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,0

Control estadístico de la resistencia del hormigón

CE

57.5.4.3
Cálculo de f_{est}

Tabla 57.5.4.3.a.
Criterios de aceptación de los lotes de hormigón

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones
1	$f(\bar{x}) = \bar{x}\ (1\text{-}1.66\delta^*) \geq f_{ck}$	Hormigones con la dispersión certificada dentro del alcance de certificación de un distintivo de calidad oficialmente reconocido
2	$f(\bar{x}) = \bar{x}\ \text{-}1.66s_{35}^*) \geq f_{ck}$	Se han controlado más de 36 amasadas
3	$f(x_1) = x_1\ K_n \geq f_{ck}$	Hasta la 36ª amasada

Tabla 57.5.4.3.b. Número de amasadas controladas

Coeficiente	Número de amasadas controladas (N)								
	3	4	5	6	7	8	9	10	>10
K_n	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	1

EHE-08

86.5.4.3
Cálculo de f_{est}

Tabla 86.5.4.3.a

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones
Control de identificación		
1	$x_i \geq f_{ck}$	
Control de recepción		
2	$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 r_N \geq f_{ck}$	
3	$f(x_{(1)}) = x_{(1)} - K_3 s_{35}^* \geq f_{ck}$	A partir de la amasada 37ª $3 \leq N \leq 6$ A las amasadas anteriores a la 37ª, se les aplicará el criterio nº 2

Tabla 86.5.4.3.b

Coeficiente	Número de amasadas controladas (N)			
	3	4	5	6
K_2	1,02	0,82	0,72	0,66
K_3	0,85	0,67	0,55	0,43

ANEJO 19

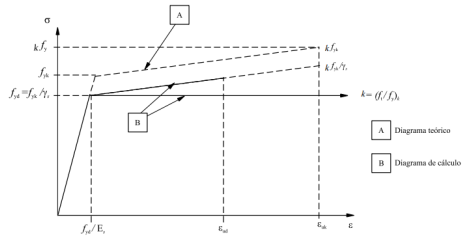
Módulo de deformación

CE	EHE-08
A19 3.1.3 Se define el módulo de elasticidad secante (E_{cm}) como: $E_{cm} = 22.000 / [f_{cm} / 10]^{0,3}$ Con f_{cm} y E_{cm} en N/mm²	39.6 Se define el módulo de elasticidad secante (E_{cm}) como: $E_{cm} = 8.500\sqrt[3]{f_{cm}}$ Con f_{cm} y E_{cm} en N/mm²

Comentarios

Para un HA-25 el módulo de elasticidad secante según el CE es de 31.475 N/mm² y según EHE es de 27.264 N/mm²

Acero para armaduras pasivas

CE	EHE-08
A19 3.2.7 Puede suponerse un diagrama tensión-deformación del acero con una rama superior inclinada con un límite de deformación o una horizontal sin necesidad de comprobar el límite de deformación. 	38.4 Se limita la deformación máxima del acero en tracción a $\varepsilon_{máx} = 0,01$.

Comentarios

Si se emplea la hipótesis con rama superior horizontal desaparece el pivote A (EHE-08 artículo 42.1.3).

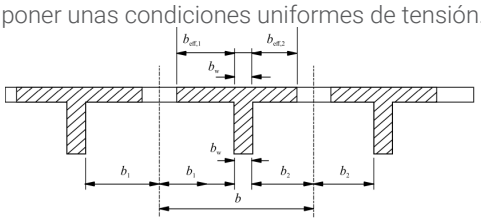
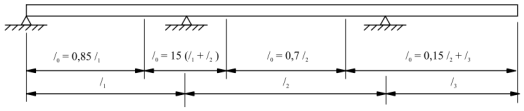
Diagrama tensión-deformación del hormigón

CE	EHE-08
A19 3.1.7 Puede suponerse una distribución rectangular de tensiones que, para hormigones con resistencia característica igual o menor de 50 N/mm², se define con una tensión efectiva igual a f_{cd} y una profundidad igual al 80% de la profundidad de la fibra neutra, en secciones rectangulares. En secciones en las que el ancho de la zona comprimida desciende en la dirección de la fibra extrema de compresión, la profundidad del bloque comprimido es igual al 72% de la profundidad de la fibra neutra.	39.5 No se matiza la profundidad de la distribución rectangular en secciones de ancho variable.

Comentarios

Salvo por el matiz del ancho variable, el diagrama tensión-deformación del hormigón es igual.

Modelización de la estructura

CE	EHE-08
A19 5.3.2.1 Se define el ancho eficaz del ala en el que se puede suponer unas condiciones uniformes de tensión.  **Figura A19.5.3** Parámetro del ancho eficaz del ala $b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w \leq b$ Donde: $b_{eff,i} = 0,2b_i + 0,1l_0 \leq 0,2l_0$ y $b_{eff,i} \leq b_i \qquad b_{eff,i} \leq b_i$  **Figura A19.5.2** Definición de l_0 para el cálculo del ancho eficaz del ala	18.2.1 No incluye reglas expresas en el articulado para el ancho eficaz. Los comentarios proponen un criterio semejante al del CE, según el cual el ancho eficaz del ala es igual al ancho del nervio más un quinto de la distancia entre puntos de momento nulo sin sobrepasar la anchura real del ala.

Comentarios

El criterio es semejante pero CE incluye figuras que lo aclaran

Análisis elástico lineal con redistribución

CE	EHE-08
A19 5.5 Se define la relación entre el momento flector redistribuido y el elástico en función de la profundidad de la fibra neutra. Para hormigones de resistencia característica no superior a 50 N/mm², la relación δ entre el momento redistribuido y el momento flector elástico es: $\delta \geq 0,44+1,25x_u / d$	19.2.3 y 21 Para la redistribución, el texto no incluye reglas expresas. Los comentarios al artículo 21 sí proponían un criterio también basado en la profundidad de la fibra neutra. El porcentaje máximo de redistribución de la sección crítica, limitado al 20% para aceros tipo S y al 30% para aceros tipo SD: r=56-125x / d

Comentarios

Aunque los resultados de las dos expresiones son semejantes obsérvese que en el CE el valor δ es una relación mientras que en la EHE-08 r se expresa como porcentaje.

Análisis plástico

CE	EHE-08
A19 5.6.2 La ductilidad requerida puede verificarse comprobando la capacidad de giro según el apartado 5.6.3 o limitando la profundidad de la fibra neutra. El área de la armadura de tracción se limita de forma que en cualquier sección: $x_{u/d} \leq 0,25$ para $f_{ck} \leq 50$ N/mm² $x_{u/d} \leq 0,15$ para $f_{ck} \geq 55$ N/mm²	19.2.4 No incluye reglas expresas en el articulado.

Criterios de simplificación para los efectos de segundo orden

CE	EHE-08
A19 5.8.2 (6), 5.8.3.1 y 5.8.3.3 Criterios para ignorar los efectos de segundo orden Se definen criterios para ignorar los efectos de segundo orden. De manera general si son inferiores al 10% de los de primer orden y de forma simplificada mediante una esbeltez límite para elementos aislados (A19 5.8.3.1) o mediante una rigidez límite para edificios completos (A19 5.8.3.3). Esbeltez límite para elementos aislados: $\lambda_{\lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n}$ Rigidez límite para edificios completos: $F_{V,Ed} \le k_1 \cdot \frac{n_s}{n_s + 1,6} \cdot \frac{\sum E_{cd} I_c}{L^2}$	43.1 Criterios para ignorar los efectos de segundo orden Esbeltez límite para elementos aislados: $\lambda_{\inf} = 35 \sqrt{\frac{C}{v}\left[1 + \frac{0,24}{e_2 / h} + 3,4\left(\frac{e_1}{e_2} - 1\right)^2\right]} \le 100$ Rigidez límite para edificios completos: $N_d \le k_1 \frac{n}{n + 1,6} \frac{\sum El}{h^2}$
A19 5.8.4 Fluencia en el análisis de segundo orden Se definen criterios para ignorar el efecto de la fluencia en el análisis de segundo orden. (4) El efecto de la fluencia puede ignorarse, es decir, se puede suponer $\varphi_{ef} = 0$, si se cumplen las tres condiciones siguientes: $- \varphi(\infty, t_0) \le 2$ $- \lambda \le 75$ $- M_{0Eqp} / N_{Ed} \ge h$	39.8 Fluencia en el análisis de segundo orden No incluye reglas expresas en el articulado.

Estado Límite Último (ELU) de Cortante

CE	EHE-08
A19 6.2.2 Resistencia de un elemento sin armadura de cortante. $V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} k \left(100 \rho_l f_{ck}\right)^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d$ Con un mínimo de: $V_{Rd,c} = \left(v_{\min} + k_1 \sigma_{cp}\right) b_w d$ Donde: $v_{\min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	44.2.3.2.1.2 Resistencia de un elemento sin armadura de cortan $V_{u2} = \left[\frac{0,18}{\gamma_c} \xi \left(100 \rho_l f_{cv}\right)^{1/3} + 0,15 \sigma'_{cd} \right] b_0 d$ Con un valor mínimo de: $V_{u2} = \left[\frac{0,075}{\gamma_c} \xi^{3/2} f_{cv}^{1/2} + 0,15 \sigma'_{cd} \right] b_0 d$

Comentarios

El valor mínimo en la expresión de la EHE-08 es un 42% mayor que en el CE (0,035 frente a 0,05).

Si el elemento no tiene armadura de cortante, con el CE no es necesario comprobar la biela, salvo en el caso de cargas cercanas al apoyo (A19 6.2.2 (6). En cualquier caso, en piezas de hormigón armado sin armadura de cortante, la resistencia por bielas (EHE) era por lo general menor que la del tirante.

A19 6.2.3 (3) Resistencia de un elemento con armadura de cortante $Vs = \frac{A_{sw}}{s} Z f_{ywd} \cot\theta$ (6.8) NOTA: Si se utiliza la expresión (6.10), el valor de f_{ywd} deberá reducirse a 0,8 f_{ywd} en la expresión (6.8) y $V_{Rd,\max} = \alpha_{cw} b_w z \nu_1 f / \left(\cot\theta + \tan\theta\right)$ (6.9) θ es el ángulo entre las bielas de compresión de hormigón y el eje de la viga perpendicular al esfuerzo cortante, limitado por el intervalo: 0,5≤cotθ≤2	44.2.3.2.2 Resistencia de un elemento con armadura de cortante Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma: $V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$ $V_{cu} = \left[\frac{0,15}{\gamma_c} \xi \left(100 \rho_l f_{cv}\right)^{1/3} + 0,15 \sigma'_{cd} \right] \beta b_0 d$ $V_{su} = z \cdot \operatorname{sen}\alpha (\cot g\alpha + \cot g\theta) \sum A_\alpha f_{y\alpha,d}$ Con valor mínimo de: $V_{u2} = \left[\frac{0,075}{\gamma_c} \xi^{3/2} f_{cv}^{1/2} + 0,15 \sigma'_{cd} \right] b_0 d$

Comentarios

CE no suma la contribución del hormigón (V_{cu}) y la de la armadura (V_{su}).

El valor $V_{Rd,\max}$ del CE es equivalente al V_{u1} de la EHE-08 y el $V_{Rd,s}$ al V_{u2}.

A19 6.2.3 (3) Valor de la tensión del acero En función del valor empleado en el coeficiente ν_1, de reducción de la resistencia del hormigón fisurado por el efecto del cortante, la tensión máxima empleada en la expresión 6.8 del artículo A19 6.2.3 podrá ser f_{yd} o $0,8 \cdot f_{yd}$. Si se emplea f_{yd} : $\nu_1 = 0,6\left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right]$ con f_{ck} en N/mm² Si se emplea 0,8· f_{yd} : ν_1 =0,6	40.2 Valor de la tensión del acero Limita la tensión de cálculo de la armadura pasiva a 400 N/mm², salvo que se realizase un estudio de compatibilidad pormenorizado.

Comentarios

En los casos en los que la capacidad de la biela no limite la capacidad del elemento interesará poder considerar una tensión superior en el acero a costa de reducir la resistencia del hormigón.

A19 6.2.3 (5) Sección empleada en la comprobación de cortante En las regiones en las que no hay discontinuidad de V_{Ed} (por ejemplo, para el caso de cargas uniformemente distribuidas en la parte superior), la armadura de cortante en una longitud básica $I = Z\cot\theta$ puede calcularse utilizando el menor valor de V_{Ed} en dicha longitud.	44.2.3 Sección empleada en la comprobación de cortante La comprobación por compresión oblicua en el alma se realizará en el borde del apoyo y no en su eje. La comprobación correspondiente al agotamiento por tracción en el alma se efectúa para una sección situada a una distancia de un canto útil del borde del apoyo.

Comentarios

La aplicación de A 19 6.2.3(5) al cortante máximo de una viga con carga distribuida en la cara superior implica que puede tomarse como valor de V_{Ed} el situado a una distancia de la cara del pilar que, en el caso de bielas a 45º, es igual al canto útil.

Estado Límite Último (ELU) de Punzonamiento

CE	EHE-08
A19 6.4.3 (3) Influencia del momento transferido entre losa y soporte. Se establece un método general para el coeficiente β $\beta = 1 + k \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$	Influencia del momento transferido entre losa y soporte. No hay método general.
A19 6.4.3 (6) Método simplificado Para estructuras en las que la estabilidad lateral no dependa de que la losas y pilares trabajen como pórticos y las luces de los vanos adyacentes no difieran más de un 25%, se pueden utilizar valores aproximados de β: - 1,15 en soportes interiores - 1,40 en soportes de borde - 1,50 en soportes de esquina	46.3 Método simplificado Cuando no hay momento transferido se toma β =1 Cuando hay momento transferido, simplificadamente, β puede tomarse igual a - 1,15 en soportes interiores, - 1,40 en soportes de borde - 1,50 en soportes de esquina.
A19 6.4.4 (1) Resistencia mínima del hormigón en la sección crítica $v_{\min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	46.3 Resistencia mínima del hormigón en la sección crítica $\tau_{rd} = \frac{0,075}{\gamma_c} \xi^{3/2} f_{cv}^{1/2} + 0,1 \sigma'_{cd}$

Comentarios

El valor mínimo es menor en el CE 0,035 frente a 0,05 de la EHE-08

A19 6.4.5 (1) Limitación de la resistencia a punzonamiento con armadura de cortante $v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d / s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \operatorname{sen}\alpha$ $v_{Rd,cs} \le k_{máx} \cdot v_{Rd,c}$ $k_{máx} = 1,5$	46.4.1 Limitación de la resistencia a punzonamiento con armadura de cortante No existe esa limitación. $\tau_{sd} \le 0,75 \tau_{rd} + 1,5 \cdot \frac{A_{sw} f_{y\alpha,d} \operatorname{sen}\alpha}{s \cdot u_1}$

Comentarios

Se limita la capacidad del nudo a 1,5 veces la capacidad del nudo sin armadura

A19 6.4.5 (1) Limitación de la tensión del acero $f_{ywd,ef} = 250 + 0,25d \le f_{ywd}\,[\mathrm{N/mm^2}]$ Con d en mm	46.4.1 Limitación de la tensión del acero $f_{y\alpha,d}$ resistencia de cálculo de la armadura A_α, no mayor que 400 MPa.

Comentarios

En losas de poco espesor, la resistencia de la armadura de cortante estará en el entorno de los 300 MPa, menor que la de la EHE ($f_{y\alpha,d}$ =400 MPa).

A19 6.4.5 (3) Resistencia máxima del nudo $V_{rd,máx} = 0,4 v f_{cd}$ $v = 0,6\left(1 - f_{ck}/250\right)$ con f_{ck} en $\mathrm{N/mm^2}$	46.4.3 Resistencia máxima del nudo $\frac{f_{sd,ef}}{u_o d} \le 0,5 f_{1cd}$ $f_{1cd} = 0,60 f_{cd}$

Comentarios

En el CE disminuye la capacidad máxima del nudo.

Por ejemplo, para f_{ck} =30, la resistencia máxima es:

- en EHE-08: $V_{rd,máx}$=0,30 f_{cd}
- en CE: $V_{rd,máx}$=0,22 f_{cd}

A19 6.4.5 (4) Zona exterior a la armadura de punzonamiento No se elimina β, el efecto del momento transferido entre losa y soporte.	46.4.2 Zona exterior a la armadura de punzonamiento A la distancia a la que se comprueba esta condición se supone que ha desaparecido el efecto del momento transferido entre losa y soporte.
A19 6.4.5 (4) Disposición de armadura y perímetro exterior	46.5 Disposición de armadura y perímetro exterior

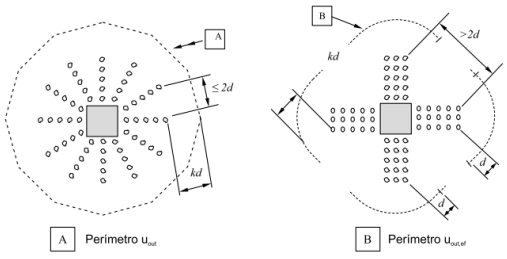
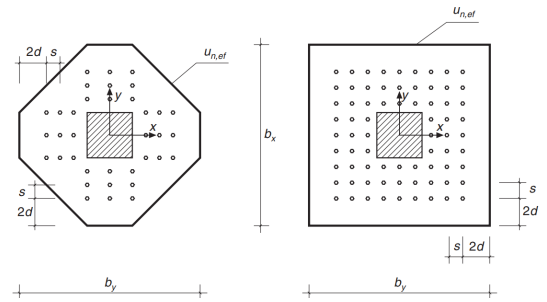


Figura A19.6.22 Perímetros críticos para pilares interiores



Comentarios

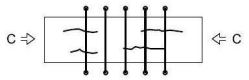
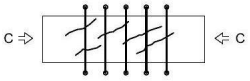
En el CE, el perímetro exterior se dispone a 1,5d, más cerca que en la EHE-08.

Si las armaduras exteriores distan más de 2d, el perímetro exterior se penaliza.

Bielas y tirantes

CE	EHE-08
A19 6.5.2 Bielas La capacidad de las bielas se calcula mediante la misma expresión que en el Eurocódigo 2 (EC2)	40.3 Bielas

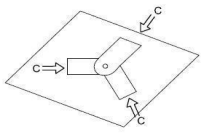
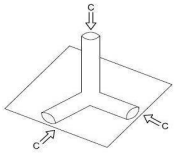
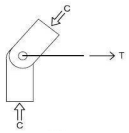
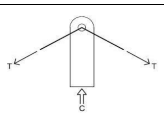
TABLA 24.1
CAPACIDAD RESISTENTE DE BIELAS

Esquema	Capacidad de la biela	
	s/ EHE	s/ EC2
	f_{cd}	f_{cd}
	$0{,}70\,f_{cd}$	$0{,}6\left(1-\frac{f_{ck}}{250}\right)f_{cd}$
	$0{,}60\,f_{cd}$	
	$0{,}40\,f_{cd}$	

Fuente: Montoya esencial, 16ª ed, Cinter

A19 6.5.4 Nudos La capacidad de las bielas se calcula mediante la misma expresión que en el EC2	40.4 Nudos

TABLA 24.2
CAPACIDAD RESISTENTE DE NUDOS

Esquema	Capacidad del nudo	
	s/ EHE	s/ EC2
	f_{cd}	$\left(1-\frac{f_{ck}}{250}\right)f_{cd}$
	$3{,}30\,f_{cd}$	$3\left(1-\frac{f_{ck}}{250}\right)f_{cd}$
	$0{,}70\,f_{cd}$	$0{,}85\left(1-\frac{f_{ck}}{250}\right)f_{cd}$
		$0{,}75\left(1-\frac{f_{ck}}{250}\right)f_{cd}$

Fuente: Montoya esencial, 16ª ed, Cinter

Estado límite de Servicio (ELS). Fisuración

CE	EHE-08
A19 7.3.2 Área mínima de armadura $A_{s,\min}\sigma_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct}$ k=1 para h < 300m k=0,65 para h > 800m k_c=0,4 para felxión simple y sección rectangular de hormigón armado	Área mínima de armadura La EHE-08 no contempla la estrategia de armadura mínima en fisuración.

Comentarios

Esta armadura mínima es de control indirecto de la fisuración
Su valor depende de la edad en la que se quiere controlar $f_{ct,eff}$, y de la tensión del acero que se quiere permitir en la fisura.
En esfuerzos de flexión los resultados son similares a las normas españolas anteriores.
La expresión, aplicada a flexión, da un resultado muy similar a 9.2.1.1.

CE	EHE-08
A19 7.3.3 Control de la fisuración sin cálculo directo	Control de la fisuración sin cálculo directo No hay tablas simplificadas.

Tabla A19.7.2 Diámetro máximo de las barras ϕs^* para el control de la fisuración[1].

Tensión del acero[2] [N/mm²]	Diámetro máximo de la barra [mm]		
	w_k=0,4 mm	w_k=0,3 mm	w_k=0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

Tabla A19.7.3 Separación máxima de las barra para el control de la fisuración[1].

Tensión del acero[2] [N/mm²]	Diámetro máximo de la barra [mm]		
	w_k=0,4 mm	w_k=0,3 mm	w_k=0,2 mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

A19 7.3.4 (1) Cálculo de la abertura de fisura $W_k = s_{r,máx}\left(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}\right)$	49.2.4 Cálculo de la abertura de fisura $W_k = \beta s_m \varepsilon_{sm}$

Comentarios

En el CE, no se penaliza el producto $s\ \varepsilon$ con el coeficiente β =1,7.

A19 7.3.4 (2) Cálculo de la deformación relativa	49.2.4 Cálculo de la deformación relativa
$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}=\dfrac{\sigma_s-K_1\dfrac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}\left(1+\alpha_e\rho_{p,eff}\right)}{E_s}\geq 0,6\dfrac{\sigma_s}{E_s}$	$\varepsilon_{sm}=\dfrac{\sigma_s}{E_s}\left[1-k_2\left(\dfrac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]\geq 0,4\dfrac{\sigma_s}{E_s}$

Comentarios

Ambas expresiones son similares, salvo que el cociente de tensiones de la EHE-08 estaba elevado al cuadrado.
La diferencia formal de las dos expresiones es que el CE explicita el cálculo de $\sigma_{sr}=f_{ct}(1+\alpha\rho)/\rho$ siendo (α) el coeficiente de equivalencia (E_s/E_c).
El CE aumenta el mínimo valor de la deformación relativa a 0,6 veces la deformación del acero en la fisura.

A19 7.3.4 (3) Separación entre fisuras	49.2.4 Separación entre fisuras
$S_{r,máx}=k_3c+k_1k_2k_4\phi/\rho_{p,eff}$ $k_1=0,8$ $k_2=0,5$ $k_3=3,4$ $k_4=0,425$ Para estructuras de hormigón armado, a flexión. $S_{r,máx}=3,4c+0,17\phi/\rho$	$s_m=2c+0,2s+0,4k_1\dfrac{\varnothing A_{c,eficaz}}{A_s}$ $k_1=0,125$

Comentarios

En la fórmula del CE desaparece la influencia de la separación entre barras y se le da más importancia al recubrimiento (que aumenta la separación entre fisuras) y, especialmente, a la cuantía de armadura (que disminuye la separación entre fisuras).

Estado límite de Servicio (ELS). Deformación. Flechas

CE

A19 7.4.2
Casos en los que se pueden omitir los cálculos

Tabla A19.7.4 Relación luz/canto útil para elementos de hormigón armado sin esfuerzo axil de compresión

Sistema estructural	K	Hormigón sometido a tensión elevada ρ =1,5%	Hormigón sometido a baja tensión ρ =0,5%
Viga simplemente apoyada; losa unidireccional o bidireccional simplemente apoyada	1,0	14	20
Extremo del vano de una viga continua, losa unidireccional continua o losa bidireccional continua en una dirección	1,3	18	26
Vano interior de viga, losa unidireccional o losa bidireccional	1,5	20	30
Losa apoyada en pilares sin vigas (losa plana) (para grandes longitudes)	1,2	17	24
Voladizo	0,4	6	8

EHE-08

50.2.2.1
Casos en los que se pueden omitir los cálculos

Tabla 50.2.2.1.a
Relaciones *L/d* en vigas y losas de hormigón armado sometidos a flexión simple

Sistema estructural *L/d*	*K*	Elementos fuertemente armados: ρ = 1,5%	Elementos débilmente armados ρ = 0,5%
Viga simplemente apoyada. Losa uni o bidireccional simplemente apoyada	1,00	14	20
Viga continua[1] en un extremo. Losa unidireccional continua[1,2] en un solo lado	1,30	18	26
Viga continua[1] en ambos extremos. Losa unidireccional o bidireccional continua[1,2]	1,50	20	30
Recuadros exteriores y de esquina en losas sin vigas sobre apoyos aislados	1,15	16	23
Recuadros interiores en losas sin vigas sobre apoyos aislados	1,20	17	24
Voladizo	0,40	6	8

Comentarios

En el CE desaparece una fila (de losas bidireccionales), pero los valores son prácticamente idénticos.

CE

A19 7.4.3 (3)
Cálculo de la flecha

$$\alpha = \zeta\alpha_{II} + (1-\zeta)\alpha_I$$

$$\zeta = 1 - \beta\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2$$

α es el parámetro de deformación considerado que puede ser, por ejemplo, una deformación, una curvatura o un giro (como simplificación, α puede tomarse como una flecha)

El cociente de tensiones se puede aproximar por el cociente de momentos (como en EHE-08)
Se debe utilizar la resistencia a tracción f_{ct}.
Solo se utiliza la resistencia a flexotracción si se puede demostrar que no hay tracciones por esfuerzos axiles.

El método más riguroso para la evaluación de las flechas, utilizando el método general, consiste en calcular la curvatura en un gran número de secciones a lo largo de la estructura para, posteriormente, calcular la deformación por integración numérica.

EHE-08

50.2.2.1
Cálculo de la flecha

$$l_e = \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3 l_b + \left[1 - \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3\right] l_f \leq l_b$$

Para calcular M_f se utiliza resistencia media a flexotracción del hormigón.

Comentarios

El cambio más importante es que el CE propone una interpolación entre el estado bruto y fisurado (como la EHE-08) pero para las propiedades de la sección. La EHE-08 proponía esa interpolación para las inercias.
El proceso propuesto por el CE es más general pero más laborioso.
El CE permite realizar esta interpolación para flechas, lo que simplifica el cálculo notablemente.

A19 7.4.3 (5)
Flecha de fluencia

La deformación total puede calcularse con un módulo de deformación:

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1+\varphi(\infty,t_0)}$$

50.2.2.1
Flecha diferida

$$\lambda = \frac{\xi}{1+50\rho'}$$

$\xi = \xi$ (Edad de cálculo) + (Edad de carga)

5 o más años	2,0
1 año	1,4
6 meses	1,2
3 meses	1,0
1 mes	0,7
2 semanas	0,5

Comentarios

La flecha diferida ya no depende de forma directa de la armadura de compresión.
La flecha por retracción no se incluye dentro del cálculo simplificado del CE.

Armaduras mínimas y máximas. Detalles de armado. VIGAS

<table>
<tr><th>CE</th><th>EHE-08</th></tr>
<tr><td>A19 9.2.1.1
Armadura mínima en vigas

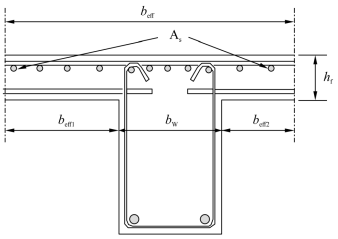
$A_{s,\min} = \frac{W}{z}\frac{f_{ctm,fl}}{f_{yd}}$</td><td>42.3.2
Armadura mínima en vigas
Sin pretensado:
$A_s f_{yd} \geq \frac{W_1}{z} f_{ct,m,fl}$

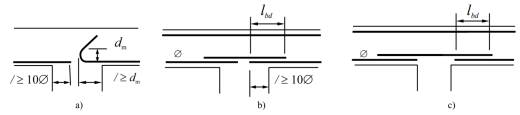
Simplificadamente para sección rectangular y hormigón armado:
$A_s \geq 0,004 A_c \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$

Tabla 42.3.5
Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas a la sección total de hormigón(6)
<table><tr><th colspan="2" rowspan="2">Tipo de elemento estructural</th><th colspan="2">Tipo de acero</th></tr><tr><th>Aceros con f_y = 400 N/mm²</th><th>Aceros con f_y = 500 N/mm²</th></tr><tr><td colspan="2">Pilares</td><td>4,0</td><td>4,0</td></tr><tr><td colspan="2">Losas(1)</td><td>2,0</td><td>1,8</td></tr><tr><td rowspan="3">Forjados unidireccionales</td><td>Nervios(2)</td><td>4,0</td><td>3,0</td></tr><tr><td>Armadura de reparto perpendicular a los nervios(3)</td><td>1,4</td><td>1,1</td></tr><tr><td>Armadura de reparto paralela a los nervios(3)</td><td>0,7</td><td>0,6</td></tr><tr><td colspan="2">Vigas(4)</td><td>3,3</td><td>2,8</td></tr><tr><td rowspan="2">Muros(5)</td><td>Armadura horizontal</td><td>4,0</td><td>3,2</td></tr><tr><td>Armadura vertical</td><td>1,2</td><td>0,9</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>A19 9.2.1.1 (3)
El área de la sección de la armadura de tracción o de compresión no debe superar $A_{s,máx} = 0,04 A_c$ fuera de las zonas de solape.</td><td></td></tr>
</table>

Comentarios

La EHE, salvo la cuantía máxima mecánica en pilares, no proponía armaduras máximas. La disposición de armaduras mínimas geométricas, en la EHE, se resumía en una tabla. En el CE, se detalla por artículos, según el elemento estructural (Artículo 9 del anejo 19).

A19 9.2.1.2 Reparto de la armadura superior En los apoyos intermedios de las vigas continuas, el área total de armadura de tracción *As* de las secciones en T o en cajón debe repartirse sobre el ancho eficaz del ala. Una parte de esta armadura puede estar concentrada en el ancho del alma.  	Reparto de la armadura superior No hay ninguna referencia a esta disposición de armaduras.

A19 9.2.1.4 Anclaje de la armadura inferior en los apoyos extremos El área de la armadura inferior dispuesta en los apoyos extremos, suponiendo un empotramiento leve o nulo en el cálculo, deberá ser al menos 1/4 del área de las armaduras dispuestas en el vano. Se define la fuerza de tracción que se debe anclar, aplicando la regla del decalaje: $F_{Ed} = \lvert V_{Ed} \rvert \cdot a_l / z + N_{Ed}$	42.3.2 Anclaje de la armadura inferior en los apoyos extremos La armadura inferior prolongada hasta los apoyos extremos se definía como 1/3 de la necesaria para resistir el máximo momento positivo.
A19 9.2.1.5 Anclaje de la armadura inferior en los apoyos intermedios El área de la armadura inferior dispuesta en los apoyos intermedios deberá ser al menos 1/4 del área de las armaduras dispuestas en el vano. Se define la fuerza de tracción que se debe anclar, aplicando la regla del decalaje, así como detalles de armado.  **Figura A19.9.4** Anclaje de armadura inferior en apoyos intermedios Por ejemplo, en casos de asiento del apoyo, explosión, etc, en el proyecto se debe especificar la armadura necesaria para resistir los posibles momentos positivos, lo que se puede conseguir mediante el solapo de barras. Véase figuras b) o c)	42.3.2 Anclaje de la armadura inferior en los apoyos intermedios La armadura inferior prolongada hasta los apoyos intermedios se definía como un cuarto de la necesaria para resistir el máximo momento positivo
A19 9.2.2 (5) Armadura mínima de cortante $\rho_{w,\min} = \frac{0,08\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$	44.2.3.4.1 Armadura mínima de cortante $\sum \frac{A_\alpha f_{y\alpha,d}}{\operatorname{sen}\alpha} \geq \frac{f_{ct,m}}{7,5} b_0$

Comentarios

La fórmula es diferente, pero arroja valores similares, algo menores que la EHE-08.

A19 9.2.2 (6) Separación longitudinal máxima de armadura de cortante $s_{l,máx} = 0,75d\left(1+\cot\alpha\right)$	44.2.3.4.1 Separación longitudinal máxima de armadura de cortante $s_t \le 0,75d\left(1+\cot g\ \alpha\right) \le 600\text{mm}$ si $V_{rd} \le \frac{1}{5}v_{u1}$ $s_t \le 0,60d\left(1+\cot g\ \alpha\right) \le 450\text{mm}$ si $\frac{1}{5}V_{u1} < V_{rd} \le \frac{2}{3}V_{u1}$ $s_t \le 0,30d\left(1+\cot g\ \alpha\right) \le 300\text{mm}$ si $V_{rd} \le \frac{2}{3}v_{u1}$

Comentarios

La separación longitudinal es menos exigente que en la EHE, especialmente para cortantes elevados..

Separación transversal máxima entre ramas verticales de armadura de cortante $s_{t,máx} = 0,75d < 600\text{mm}$	Separación transversal máxima entre ramas verticales $s_{t,máx} = d < 500\text{mm}$ de armadura de cortante $s_{t,máx} = 2d < 350\text{mm}$

Comentarios

La separación transversal máxima entre ramas es algo menor que en la EHE y determinante en el caso de vigas de pequeño canto.

Detalles de armado. LOSAS

CE	EHE-08
A19 9.9.3 y A19 9.4 El CE diferencia las losas macizas (A19 9.3) de las losas planas (A19 9.4). En las losas macizas, sobre apoyos lineales, se especifica la disposición de armadura de cortante. En las losas planas, sobre pilares, se especifica la disposición de armadura de punzonamiento.	No existen estas categorías

Detalles de armado. PILARES

CE	EHE-08
A19 9.5.2 (3) Armadura máxima en pilares El área de la sección de la armadura de tracción o de compresión no debe superar $A_{s,máx} = 0,04\ A_c$ fuera de las zonas de solape.	42.3.3 Armadura máxima en pilares $A'_{s1} f_{yc,d} \leq 0,5 f_{cd} A_c$ $A'_{s2} f_{yc,d} \leq 0,5 f_{cd} A_c$
A19 9.5.2 (4) Número mínimo de barras El número de barras longitudinales en un pilar circular no debe ser inferior a cuatro.	54 Número mínimo de barras y dimensión mínima El número de barras longitudinales en un pilar circular no debe ser inferior a seis. Los soportes hormigonados en obra deben tener una dimensión mínima mayor o igual a 25 cm.

Comentarios

En el CE no hay dimensión mínima de pilares.

Detalles de armado. MUROS

CE	EHE-08
A19 9.6 Armadura mínima en muros Para la cuantía mínima de armadura vertical en muros, se adopta $A_{s,v\min} = 0,002 A_c$ (colocando un 60% de la misma en la cara traccionada).	42.3.5 Armadura mínima en muros Ver tabla general de armaduras mínimas geométricas.

Detalles de armado. CIMENTACIÓN

CE	EHE-08
A19 9.8.1 Encepados Las cimentaciones profundas quedan fuera del ámbito de este Código Estructural.	58 Encepados Se definen métodos para comprobar elementos y dimensionar la armadura

Comentarios

La armadura principal de los encepados se calcula a partir de análisis de resistencia, pero no se hace referencia a las armaduras secundarias de los encepados.
Dado que las cimentaciones profundas quedan fueran del ámbito del CE determinadas remisiones que el Documento Básico de Seguridad Estructural (DBSE-C) del Código Técnico de la Edificación (CTE) hacía a la EHE-08 no tienen una remisión equivalente dentro el CE. Se encuentran en este caso, por ejemplo, las remisiones que se hacían desde el apartado 5.3.8.2 del DBSE-C al armado de los pilotes. La EHE-08 ha sido específicamente derogada por el CE de modo que ya no es un texto reglamentario, pero sigue siendo un documento técnico valioso y de referencia en el sector. Dado que el CTE DBSE-C es un texto reglamentario en vigor las remisiones que este reglamento hace a la EHE-08, sobre cuestiones que no entran en el ámbito de aplicación del CE y, por tanto, en ningún caso, se oponen al CE, siguen siendo validas en tanto que son referencias a un documento técnico probado y seguro, que no entra en contradicción en esos apartados con la reglamentación en vigor.

Detalles de armado. ARMADURA DE ATADO

CE	EHE-08
A19 9.10.1 (1 y 2) Armadura de atado (de robustez) Las estructuras que no estén calculadas para resistir situaciones accidentales deberán tener un sistema de atado adecuado, destinado a prevenir un agotamiento progresivo mediante la disposición de trayectorias alternativas para las cargas después de que se produzcan los daños. Para satisfacer este requisito, se establecen una serie de sencillas reglas expuestas a continuación. Se deben disponer las siguientes armaduras de atado: - armaduras de atado perimetrales, - armaduras de atado interiores, - armaduras de atado horizontales de pilares o muros.	Armadura de atado (de robustez) No existen artículos referentes a esta cuestión.

Comentarios

Esta armadura de atado es la también llamada armadura de robustez.

Pórticos virtuales

CE	EHE-08
A19 y Apéndice I I.1.2 Cálculo del pórtico equivalente Se define el pórtico equivalente, los anchos de banda de pilares y banda intermedia, y el reparto de momentos negativos y positivos entre bandas.	Cálculo del pórtico equivalente No existen artículos referentes a esta cuestión.

Tabla A19.I.1. Reparto simplificado del momento flector para losas planas

	Momentos negativos	Momentos positivos
Banda sobre pilar	60% – 80%	50% – 70%
Banda intermedia	40% – 20%	50% – 30%

NOTA: Los momentos negativos y positivos que deben resistir el pilar y las bandas intermedias siempre deben sumar 100%.