



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
INGENIERÍA CIVIL, DE MATERIALES Y FABRICACIÓN
MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio comparativo del nuevo código estructural frente a la Instrucción
EHE-08.

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Manuel Rubio Peregrín

Tutor: Miguel Troyano Moreno

MÁLAGA, Enero de 2024



ÍNDICE GENERAL

Resumen	III
Abstract	IV
1. Antecedentes	1
2. Objetivos	3
3. Análisis	4
3.1. Análisis estadístico	4
3.1.1. Análisis con Power BI	7
3.2. Análisis detallado de las diferencias entre el CE y la EHE-08.....	35
3.2.1. Novedades contempladas en la nueva normativa.....	35
3.2.2. Diferencias entre las dos normativas en la parte de los artículos del CE	36
3.2.2.1. Clases de exposición de los elementos de hormigón	36
3.2.2.2. Docilidad del hormigón	43
3.2.2.3. Tipificación de los hormigones.....	44
3.2.2.4. Espesores de recubrimiento	44
3.2.2.5. Control estadístico de la resistencia del hormigón.....	45
3.2.3. Diferencias entre las dos normativas en la parte del Anejo 19 del CE	46
3.2.3.1. Módulo de deformación	46
3.2.3.2. Diagrama tensión-deformación del acero	46
3.2.3.3. Diagrama tensión-deformación del hormigón.....	47
3.2.3.4. Imperfecciones geométricas	48
3.2.3.5. Ancho eficaz	49
3.2.3.6. Efectos de segundo orden con esfuerzo axil.....	51
3.2.3.7. Estados Límite Últimos (ELU). Flexión simple o compuesta.	53
3.2.3.8. Estados Límite Últimos (ELU). Cortante.	53
3.2.3.9. Estados Límite Últimos (ELU). Esfuerzo rasante entre el alma y las alas.....	58
3.2.3.10. Estados Límite Últimos (ELU). Torsión	59
3.2.3.11. Estados Límite Últimos (ELU). Punzonamiento.....	60
3.2.3.12. Estados Límite Últimos (ELU). Bielas y Tirantes	62



3.2.3.13.	Estados Límite Últimos (ELU). Fatiga.....	64
3.2.3.14.	Estado límite de Servicio (ELS). Fisuración.....	64
3.2.3.15.	Estado límite de Servicio (ELS). Deformación. Flechas.	68
3.2.3.16.	Detalle de armado en vigas.....	70
3.2.3.17.	Detalle de armado en losas.....	73
3.2.3.18.	Detalle de armado en pilares.....	73
3.2.3.19.	Detalle de armado en muro.....	74
3.2.3.20.	Detalle de armado en cimentación.....	74
3.2.3.21.	Detalle de armado en la armadura de atado.....	75
4.	Conclusiones.....	76
	Referencias.....	80
	ANEXO I: % DIFERENCIA CUANTÍAS Y CÓDIGOS ESTRUCTURAS	81



Resumen

El estudio que se ha realizado es la comparación entre la EHE-08 (Instrucción Española del Hormigón Estructural) y el nuevo reglamento, el Código Estructural, el cual entró en vigor el 10 de noviembre de 2021. El estudio se ha dividido en dos partes fundamentalmente, una parte que es un análisis estadístico entre varias estructuras con el fin de poder visualizar gráficamente como han variado las cuantías de acero entre una normativa y otra. Y la otra parte es un análisis más en profundidad de las principales diferencias encontradas entre la EHE-08 y el CE.

Por un lado, en cuanto el análisis estadístico, se han calculado 37 estructuras diferentes primeramente con la antigua normativa y una segunda vez con la nueva y todo esto a través del programa de cálculo CYPE más concretamente con el módulo CYPECAD. Y una vez obtenidas las cuantías con una norma y otra, se ha calculado el % de diferente entre elementos para cada estructura y se han juntado los resultados de todas las estructuras en el software PowerBI, con la intención de obtener unas conclusiones.

Y, por otro lado, en el análisis más en profundidad, se han analizado ambas normativas, primero usando como referencia la parte articulada del CE y luego el Anejo 19. Para esta parte del estudio se han utilizado las comprobaciones que saca CYPECAD de los diferentes elementos de las estructuras, para poder localizar con más facilidad las diferencias principales existentes entre ambas normas.

En todo el estudio se han insertado, tablas, figuras, ecuaciones de las principales diferencias encontradas con el fin de que se puedan visualizar y entender con mayor facilidad todos estos cambios entre la EHE-08 y el Código Estructural.

Palabras clave: estructuras, EHE-08, CE, hormigón, acero, cuantías, comprobaciones, diferencias.



Abstract

The study that has been carried out is the comparison between the EHE-08 (Spanish Structural Concrete Instruction) and the new regulation, the Structural Code, which came into vigour on 10 November 2021. The study has been divided into two parts, one part which is a statistical analysis between several structures in order to be able to visualise graphically how the amounts of steel have varied between one regulation and another. The other part is a more detailed analysis of the main differences found between the EHE-08 and the CE.

On the one hand, as for the statistical analysis, 37 different structures have been calculated, firstly with the old regulation and a second time with the new one, all this by using the CYPE calculation programme, more specifically with the CYPECAD module. And once the quantities were obtained with one norm and the other, the % of difference between elements was determined for each structure and the results of all the structures were put together in the PowerBI software, with the intention of obtaining some conclusions.

On the other hand, in the more in-depth analysis, both norms have been analysed, first using as a reference the articulated part of the CE and then Annex 19. For this part of the study, CYPECAD's verification of the different elements of the structures has been used, in order to be able to locate more easily the main differences between both norms.

In the whole study, tables, figures and equations of the main differences found have been inserted so that all these changes between the EHE-08 and the Structural Code can be visualised and understood more easily.

Keywords: structures, EHE-08, CE, concrete, steel, quantities, verifications, differences.



1. Antecedentes

El 10 de noviembre de 2021 entró en vigor el Código Estructural el cual se aprobó en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio. Este nuevo reglamento deroga a la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) aprobada por el Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio y a la Instrucción de Acero Estructural (EAE) la cual se aprobó en el Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo.

La EHE-08 desde su implementación, ha sido el contexto en el cual se han definido los criterios a considerar en la planificación y realización de estructuras de hormigón, ya sea en proyectos de construcción o ingeniería civil, con el fin de alcanzar los niveles de seguridad apropiados para su propósito.

La EAE desde su entrada en vigor, ha servido como el conjunto normativo que determinaba los estándares que debían ser cumplidos por las estructuras de acero para satisfacer los requisitos tanto de seguridad estructural como de seguridad ante incendios, además de considerar la protección ambiental. Este marco reglamentario proporcionaba métodos para demostrar el cumplimiento de dichos requisitos con garantías técnicas suficientes. Estas obligaciones debían ser observadas tanto en la fase de diseño y construcción de las estructuras de acero como en su posterior mantenimiento.

Gracias al Código Estructural se definen las condiciones que deben cumplirse en la planificación y realización de estructuras de hormigón, acero y estructuras mixtas de hormigón y acero, ya sea en proyectos de construcción de edificios o en proyectos de ingeniería civil. Para las estructuras mixtas el nuevo reglamento ha supuesto un gran cambio, ya que con la EHE-08 y la EAE estas estructuras no tenía ningún marco normativo donde apoyarse.

Por otro lado, el nuevo código sirve para actualizar las normativas que había vigentes con el fin de poder alinearse con los métodos de cálculo de estructuras definidos en los Eurocódigos Estructurales. Y se establecen normativas que abordan aspectos relacionados con los fundamentos del diseño y el análisis estructural, junto con los estándares técnicos requeridos para los materiales utilizados, la durabilidad y la vida útil de las estructuras, la respuesta frente a incendios y así como la supervisión y la implementación de las estructuras.

Por otra parte, en la entrada en vigor del nuevo Código Estructural se indicó que este nuevo reglamento no se aplicará a los proyectos cuya elaboración o estudio, ya sea dentro del ámbito de



las Administraciones públicas o por encargo en otros contextos, haya tenido lugar antes de su implementación, ni a las obras resultantes de dichos proyectos, siempre y cuando se inicien dentro de un plazo de un año para las obras de edificación y de tres años para las de ingeniería civil.[1]

Por último, indicar que el nuevo Código Estructural fue creado a partir de la formación de un Comité Editorial compuesto por 6 miembros de la Comisión Permanente del Hormigón y de la Comisión Interministerial Permanente de Estructuras de Acero. Este comité supervisó el trabajo de 10 grupos de trabajo formados, en los cuales participaron más de 140 expertos de diversos sectores de la industria de la construcción, incluyendo áreas como el acero, cemento, hormigón, áridos, prefabricados, talleres metálicos, constructores, proyectistas, universidades, colegios profesionales, centros de investigación, laboratorios de ensayo, y administraciones autonómicas [2].



2. Objetivos

El objeto de este trabajo es obtener y analizar las principales diferencias entre el nuevo Código Estructural (CE) y la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

El presente estudio comparativo se ha dividido en dos partes, por un lado, un estudio estadístico donde se han analizado un total de 37 estructuras diferentes con el fin de calcularlas en primera ocasión con la EHE-08 y en segunda ocasión con el CE. Una vez calculadas las estructuras con ambas normativas se han obtenido las cuantías de acero de cada estructura y se han comparado para cada estructura las cuantías de acero obtenidas con el CE y las conseguidas con la EHE-08.

Las cuantías de cada modelo se han introducido en un Excel (programa de Microsoft de hojas de cálculo) por cada estructura y todas ellas se han analizado conjuntamente en el programa Power BI, el cual es un software de análisis de datos de Microsoft diseñado para ofrecer representaciones visuales interactivas como gráficas, tablas, diagramas, etc.

El cálculo de los modelos estructurales con las dos normativas se ha realizado mediante el software de cálculo CYPECAD el cual es un módulo dentro del programa CYPE, que se ha concebido con la finalidad de proyectar, calcular y establecer las dimensiones de las estructuras de hormigón armado y metálicas en proyectos de construcción y obras civiles, las cuales están sujetas a fuerzas tanto verticales como horizontales, así como a la exposición al fuego.

Por otro lado, se ha realizado un análisis más exhaustivo de los principales cambios que introduce la nueva normativa frente a la anterior. Para este estudio se ha ido observando un reglamento y otro y se han localizado las principales diferencias entre ambos. Todo esto se ha realizado con la ayuda de los modelos estructurales y los cálculos que se han obtenido del software CYPECAD antes mencionado, pudiendo observar todas las comprobaciones y análisis que se realizan para cada elemento, consiguiendo concretar cuales son los cambios entre los cálculos que se realizan con el nuevo CE y los que se realizaban con la EHE-08.

Y finalmente se pondrán en común las principales diferencias, entre los dos reglamentos, obtenidas en el análisis estadístico y en el análisis más detallado.



3. Análisis

Para realizar el estudio comparativo, se va a realizar primero un análisis estadístico (apartado 3.1), después se procederá a un análisis más en profundidad de las diferencias entre el CE y la EHE-08 (apartado 3.2) y, por último, las diferencias del segundo análisis se corroborarán con los resultados (tablas, diagramas, gráficos) obtenidos en el primer estudio con el fin de intentar cuantificar mediante un porcentaje las diferencias obtenidas entre las dos normativas.

3.1. Análisis estadístico

Para este primer análisis se han analizado 37 estructuras diferentes, con el fin de obtener las cuantías de acero que necesitan las estructuras con la EHE-08 y con el CE, con el fin de poder cuantificar la diferencia de kilogramos de acero que hace falta con una normativa u otra.

Para realizar el cálculo de las estructuras con los dos reglamentos y obtener las cuantías de acero necesarias en cada uno de ellos, se ha utilizado el módulo de diseño, cálculo y análisis de estructuras de hormigón armado CYPECAD del programa CYPE en su versión 2023.c.

Primero se han calculado las estructuras dejándole el armado base a las losas macizas, forjados reticulares y losas de cimentación, pero cómo se puede ver en la Figura 1 y en la Figura 2 el armado base de un elemento de la estructura 5 calculado con una normativa y con otra no varía.

PLANTA 2

Elemento	Encofrado (m ²)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Forjados reticulares	-	708.73	194.640	2384
Armado base	-	-	-	5589
Armadura base de ábacos	-	-	-	5992

Figura 1. Cuantía de acero de un elemento de la estructura 5 calculado con la EHE-08 con armado base

PLANTA 2

Elemento	Encofrado (m ²)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Forjados reticulares	-	708.73	194.640	2447
Armado base	-	-	-	5589
Armadura base de ábacos	-	-	-	5992

Figura 2. Cuantía de acero de un elemento de la estructura 5 calculado con el CE con armado base

Esto ocurre porque el armado base se introduce en la estructura manualmente y no es dimensionado por el propio software en función de las solicitaciones a las que está sometida la estructura. Por lo que el armado base de la estructura calculada siguiendo la EHE-08 y el armado base de la estructura calculada con el CE es idéntico porque la elección del mismo es manual.

Por lo que se han vuelto a calcular las estructuras, pero esta vez quitándole el armado base a los elementos antes comentados, con el fin de obtener los resultados más reales posibles. Ya que, si se dejaba el armado base en dichos elementos, estas cuantías de acero podían falsear los resultados obtenidos. Con lo que las armaduras que se han dejado en las losas macizas, forjados reticulares y losas de cimentación son las armaduras de refuerzo. En la Figura 3 y en la Figura 4 se pueden observar las diferencias obtenidas en la estructura 9, dejando el armado base y sin él.

Elemento	% de diferencia
Losas de cimentación	1,09%
Forjados de viguetas	15,71%
Forjados reticulares	3,79%
Losas macizas	1,51%
Vigas	-6,67%
Muros de hormigón armado	-4,52%
Pilares	19,99%
Total	3,52%
Índices (por m ²)	3,52%

Figura 3. Diferencias de cuantías de acero de la estructura 9 calculada con armado base



Elemento	% de diferencia
Losas de cimentación	1,09%
Forjados de viguetas	15,71%
Forjados reticulares	6,61%
Losas macizas	1,95%
Vigas	-6,67%
Muros de hormigón armado	-4,52%
Pilares	19,99%
Total	4,26%
Índices (por m ²)	4,28%

Figura 4. Diferencias de cuantías de acero de la estructura 9 calculada sin armado base

Como se puede observar en las Figuras anteriores, las diferencias de cuantías de acero entre una normativa y otra se han cuantificado en tanto por ciento. Un % positivo indica que con el CE es necesario ese tanto por ciento más de acero que con el EHE-08 y un % negativo significa que para la nueva normativa (CE) es necesario ese tanto por ciento de menos de acero que respecto a la antigua normativa (EHE-08).

Una vez calculadas las 37 estructuras sin el armado base, se han puesto las cuantías totales de cada estructura en un Excel diferente por cada modelo y se han calculado las diferencias de kilogramos de acero en % del CE respecto al EHE-08. En la Figura 5 se puede ver el Excel tipo que se ha utilizado para cada estructura. Y en el Anexo I, están todas las tablas con el % de diferencia en cuanto a cuantías entre una norma y otra de cada estructura.



MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 27	Losas de cimentación:	2,72%
Modelo 27	Forjados reticulares:	
Modelo 27	Forjados de viguetas:	
Modelo 27	Losas macizas:	0,80%
Modelo 27	Vigas:	-18,14%
Modelo 27	Muros de hormigón armado:	-3,87%
Modelo 27	Pilares:	-34,26%
Modelo 27	Escaleras	
Modelo 27	Zapatas aisladas	
Modelo 27	Zapatas corridas	
Modelo 27	Encepados	
Modelo 27	Vigas centradoras	
Modelo 27	Vigas de atado	
Modelo 27	Total cimentación	
Modelo 27	Total sin cimentación:	-3,51%
Modelo 27	Índices sin cimentación (por m ²):	-3,52%

Figura 5. Exel tipo para los porcentajes de diferencia entre cuantías de cada modelo de estructura

3.1.1. Análisis con Power BI

Una vez realizados todos los Exels para cada una de las estructuras, se han importado todos ellos al software de análisis de datos Power BI con el objetivo de poder trabajar con todos los datos obtenidos de los cálculos de las cuantías de acero de todos los modelos con mayor facilidad y claridad.

Este software es un programa desarrollado por Microsoft, que permite analizar fuentes de datos de una forma sencilla y muy visual, a través de informes, gráficos interactivos, diagramas, tablas.

A parte de introducir en este software todos los datos obtenidos de los cálculos de las estructuras, se han clasificado las estructuras a partir de una serie de códigos basados en los Informes D0 (análisis de riesgos técnicos) de las estructuras.

Los códigos utilizados son los que se pueden observar en las siguientes tablas:

- Según la naturaleza de la obra:



Tabla 1. N°1 Código OBRAS

Valor	Descripción valor
A	CASAS INDIVIDUALES, AISLADAS o ADOSADAS, DE DOS NIVELES O MÁS CON 1 SÓTANO COMO MÁXIMO
B	CASAS INDIVIDUALES EN BANDA, DE UNO, DOS O TRES NIVELES CON UN SÓTANO COMO MÁXIMO
C	EDIFICIOS DE VIVIENDAS A PARTIR DE 4 NIVELES
D	OFICINAS, EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS, CONSTRUCCIONES ESCOLARES, COMERCIOS, CENTROS COMERCIALES GRANDES ALMACENES, ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS, HOSPITALES, CLÍNICAS
E	OTROS EDIFICIOS DE PÚBLICA CONCURRENCIA: SALAS DE ESPECTÁCULOS, EDIFICIOS RELIGIOSOS, PISCINAS, GIMNASIOS, TRIBUNAS DE ESTADIOS, ESTACIONES, SALAS DE EXPOSICIÓN, APARCAMIENTOS ELEVADOS, APARCAMIENTOS SUBTERRÁNEOS, PISCINAS, PISTAS DE PATINAJE
F	EDIFICIOS INDUSTRIALES CORRIENTES (DIENTE DE SIERRA, BÓVEDAS MÚLTIPLES, CUBIERTAS CON UNA O VARIAS PENDIENTE
G	EDIFICIOS INDUSTRIALES O ESPECIALIZADOS DIVERSOS, CHIMENEAS, GASÓMETROS REFRIGERANTES, CUBAS, SILOS, BATERÍAS DE SILOS, DEPÓSITOS, DEPÓSITOS DE AGUA, MUROS DE CONTENCIÓN

- Según la adaptación al suelo:

Tabla 2. N°2 PENDIENTE

Valor	Descripción valor (en %)
0	5
1	5 a 10
2	10 a 20
3	20 a 30
4	>30



Tabla 3. N°3 AGUA SUBTERRÁNEA

Valor	Descripción valor
0	Ausencia de capa freática
3	Los volúmenes enterrados están inmersos en la capa freática.
4	Los volúmenes enterrados no están inmersos en la capa freática.
S/N	Agresividad agua/terreno

Tabla 4. N°4 CIMENTACIONES

Valor	Descripción valor
A (Zapata)	(Tensión admisible N/mm^2)
A0	0 a 0,1
A1	0,1 a 0,2
A2	0,2 a 0,3
A3	0,3 a 0,4
A4	>0,4
B (Losas)	(Tensión admisible N/mm^2)
B0	0 a 0,01
B1	0,01 a 0,05
B2	0,05 a 0,10
B3	0,10 a 0,25
B4	>0,25
C (Pozos)/D (Pilares pantalla) /E (Pilotes flotantes) /F (Pantalla) /Z (Otras)	Longitud en m
C0 /D0 /E0 /F0 /Z0	0 a 3
C1 /D1 /E1 /F1 /Z1	3 a 10



C2 /D2 /E2 /F2 /Z2	10 a 25
C3 /D3 /E3 /F3 /Z3	25 a 30
C4 /D4 /E4 /F4 /Z4	>30

Tabla 5. Nº5 RIESGOS ESPECIALES RELACIONADOS CON EL SUELO

Valor	Descripción valor
0	Ninguno de los riesgos mencionados más abajo.
P	Existencia de canteras subterráneas, socavones, disoluciones kársticas.
Q	Minas.
R	Edificio de contención de tierras en una altura superior a 3 m. Contención con anclajes (tirantes).
S	Recalce de un edificio existente. Riesgos relacionados con colindantes al borde de una excavación.
T	Consolidación de suelos (inyección, vibroflotación, compactación dinámica, apuntalamiento, etc.)
U	Presencia de almacenamientos peligrosos, de sobrecargas de fuerte densidad o de rellenos que no sirven de cimentación para las obras garantizadas.
V	Existencia de una o varias capas compresibles bajo la capa de asiento y/o cerca de los edificios.
W	Caso de rellenos o de rellenos/desmontes que sirven de cimentación a obras garantizadas.
X	Otros riesgos detectados.
Y	Por lo menos dos de los riesgos más arriba mencionados.
Z	Procedimientos nuevos de cimentaciones.



- Según el tipo de Estructura:

Tabla 6. Nº6 Estructuras (NATURALEZA de LA ESTRUCTURA
ENCARGADA de LA ESTABILIDAD)

Valor	Descripción valor
A	ESTRUCTURAS VERTICALES DE FÁBRICA (LADRILLO, PIEDRA, BLOQUE DE HORMIGÓN)
B	ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO VACIADO IN SITU (INCLUIDOS LOS FORJADOS DE VIGUETAS PREFABRICADAS)
C	ESTRUCTURAS EN HORMIGÓN PREFABRICADO: - TIPO PILARES + MUROS +LOSAS DE FORJADO - TIPO PILARES + VIGAS PREFABRICADAS - TIPO VIGAS PREFABRICADAS PREFABRICACIÓN EN FÁBRICA
D	IDEM PREFABRICADO EN OBRA
E	HORMIGÓN PRE O POST TENSADO (VIGAS, VIGUETAS, LOSETAS)
F	ESTRUCTURA METÁLICA ATORNILLADA, ENSAMBLADA EN OBRA CON TORNILLOS
G	PREFABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA SOLDADA EN FÁBRICA Y ENSAMBLADA POR TORNILLOS EN OBRA
H	SOLDADURA EN OBRA
I	ESTRUCTURA DE MADERA
X	ESTRUCTURAS LIGERAS COMPUESTAS TRADICIONALES
Y	REHABILITACIÓN DE EXISTENTES, (CREACIÓN DE SÓTANOS, INCREMENTO DE PISOS)
Z	PROCEDIMIENTOS ESTRUCTURALES NO TRADICIONALES

- Según las características de la estructura:

Tabla 7. N°7 ALTURA

Valor	Descripción valor
A	H en m, de las obras por encima del suelo, edificios C, D, depósitos refrigerantes, chimeneas
A0	0 a 15
A1	15 a 28
A2	28 a 60
A3	60 a 100
A4	>100
B, E, F	H en m. de un volumen sin forjado intermediario Edificios
B0, E0, F0	0 a 8
B1, E1, F1	8 a 15
B2, E2, F2	15 a 35
B3, E3, F3	35 a 50
B4, E4, F4	>50
C	H en m, de muro de contención
C0	
C1	0 a 3
C2	3 a 5
C3	5 a 8
C4	>8



Tabla 8. N°8 PROFUNDIDAD

Valor	Descripción valor (H en metros de las partes enterradas)
0	
1	0 a 5
2	5 a 10
3	10 a 15
4	>15

Tabla 9. N°9 LUCES o VOLÚMENES

Valor	Descripción valor
LUCES en m	
P0 (Vigas o Losas)	0 a 5
P1 (Vigas o Losas)	5 a 7
P2 (Vigas o Losas)	7 a 12
P3 (Vigas o Losas)	12 a 20
P4 (Vigas o Losas)	>20
P0 (Arcos)	
P1 (Arcos)	<7
P2 (Arcos)	7 a 12
P3 (Arcos)	12 a 20
P4 (Arcos)	>20
VOLUMEN en miles de m ³	
V0 (Cubas, silos, piscinas) / V0 (Batería de silos (volumen de la unidad)) / V0 (Silos célula única) / V0 (Depósitos)	0 a 1
V1 (Cubas, silos, piscinas) / V1 (Batería de silos (volumen de la unidad)) / V1 (Silos célula única) / V1 (Depósitos)	1 a 2



V2 (Cubas, silos, piscinas) / V2 (Batería de silos (volumen de la unidad)) / V2 (Silos célula única) / V2 (Depósitos)	2 a 3
V3 (Cubas, silos, piscinas) / V3 (Batería de silos (volumen de la unidad)) / V3 (Silos célula única) / V3 (Depósitos)	3 a 10
V4 (Cubas, silos, piscinas) / V4 (Batería de silos (volumen de la unidad)) / V4 (Silos célula única) / V4 (Depósitos)	>10

Tabla 10. Nº10 VOLADIZOS

Valor	Descripción valor (en metros)
0	sin
1	0 a 1
2	1 a 2
3	2 a 4
4	>4

Tabla 11. Nº11 FACHADAS

Valor	Descripción valor (en metros)
A	Ladrillos cara vista
B	Ladrillos a revestir
C	Bloques
D	Paneles
E	Muros cortina
F	Otros



Tabla 12. Nº12 CUBIERTAS

Valor	Descripción valor (en metros)
A1 (Inclinadas)	Piezas
A2 (Inclinadas)	Planchas prefabricadas
A3 (Inclinadas)	Panel sándwich
B1 (Planas)	Transitable normal
B2 (Planas)	Transitable invertida
B3 (Planas)	No transitable normal
B4 (Planas)	No transitable invertida

Tabla 13. Nº13 SÓTANOS

Valor	Descripción valor (en metros)
A	Vaso estanco
B	Estanquidad de muros interior
C	Estanquidad de muros exterior
D	Cámara bufa

A parte de los códigos comentados en las tablas anteriores, también se han clasificado los modelos de estructuras por plantas bajo rasante, plantas sobre rasante, superficie construida bajo rasante y superficie construida sobre rasante.

En la siguiente Figura 6 se puede ver el Excel tipo que se ha utilizado para los códigos de cada estructura. Y en el Anexo I se pueden ver todas las tablas con los códigos de cada estructura.



MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 27	Código 1	C*
Modelo 27	Código 2	0
Modelo 27	Código 3	3S
Modelo 27	Código 3	3N
Modelo 27	Código 4	B2
Modelo 27	Código 5	R
Modelo 27	Código 6	B2
Modelo 27	Código 7	A1
Modelo 27	Código 8	2
Modelo 27	Código 9	P2
Modelo 27	Código 10	2
Modelo 27	Código 11	D
Modelo 27	Código 12	A1
Modelo 27	Código 12	B4
Modelo 27	Código 13	D
Modelo 27	Plantas bajo rasante	2
Modelo 27	Plantas sobre rasante	5
Modelo 27	Superficie construida bajo rasante	3.066,33
Modelo 27	Superficie construida sobre rasante	5.534,99

Figura 6. Exel tipo para los códigos de cada modelo de estructura

Estos códigos se han utilizado para poder filtrar las estructuras según los parámetros antes mencionados, con el fin de intentar conseguir localizar en los datos de las comparativas de las cuantías de acero de las estructuras, cuáles son las características de los modelos que hacen que las cuantías sean mayores o menores en el nuevo CE frente a la antigua EHE-08.

En las siguientes Figuras se representan diferentes gráficas de cómo se puede filtrar los modelos en función de los parámetros y los códigos, con el fin de intentar conseguir conclusiones de que códigos o parámetros hacen que los porcentajes de diferencia sean mayores o menores entre las dos normativas. Los datos representados en las gráficas se encuentran en tanto por 1.

En la Figura 7 se puede observar el porcentaje en tanto por uno de las diferencias entre las cuantías totales de acero de las estructuras entre las dos normativas.

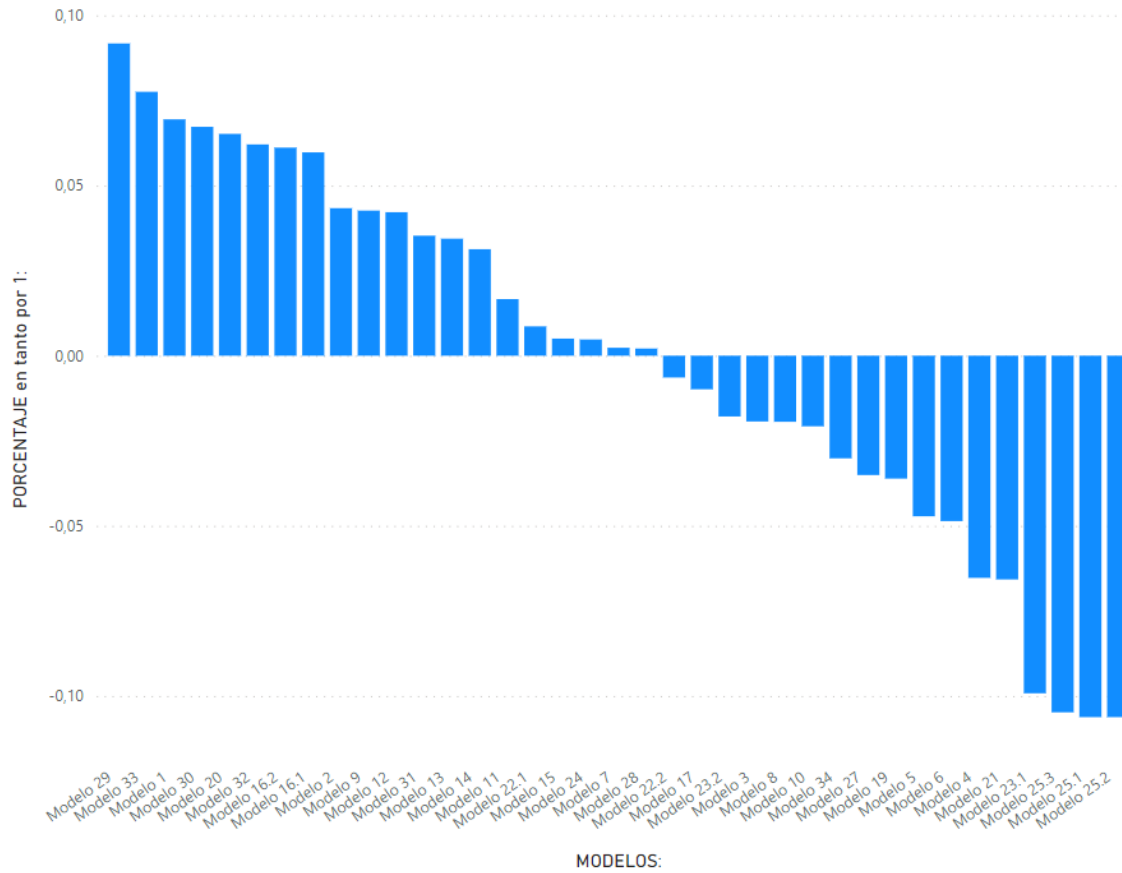


Figura 7. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías totales de acero de las estructuras

En la Figura 8 se puede observar el porcentaje en tanto por uno de las diferencias entre las cuantías de acero en los pilares de las estructuras entre los dos reglamentos.

PORCENTAJE en tanto por 1: por MODELOS:

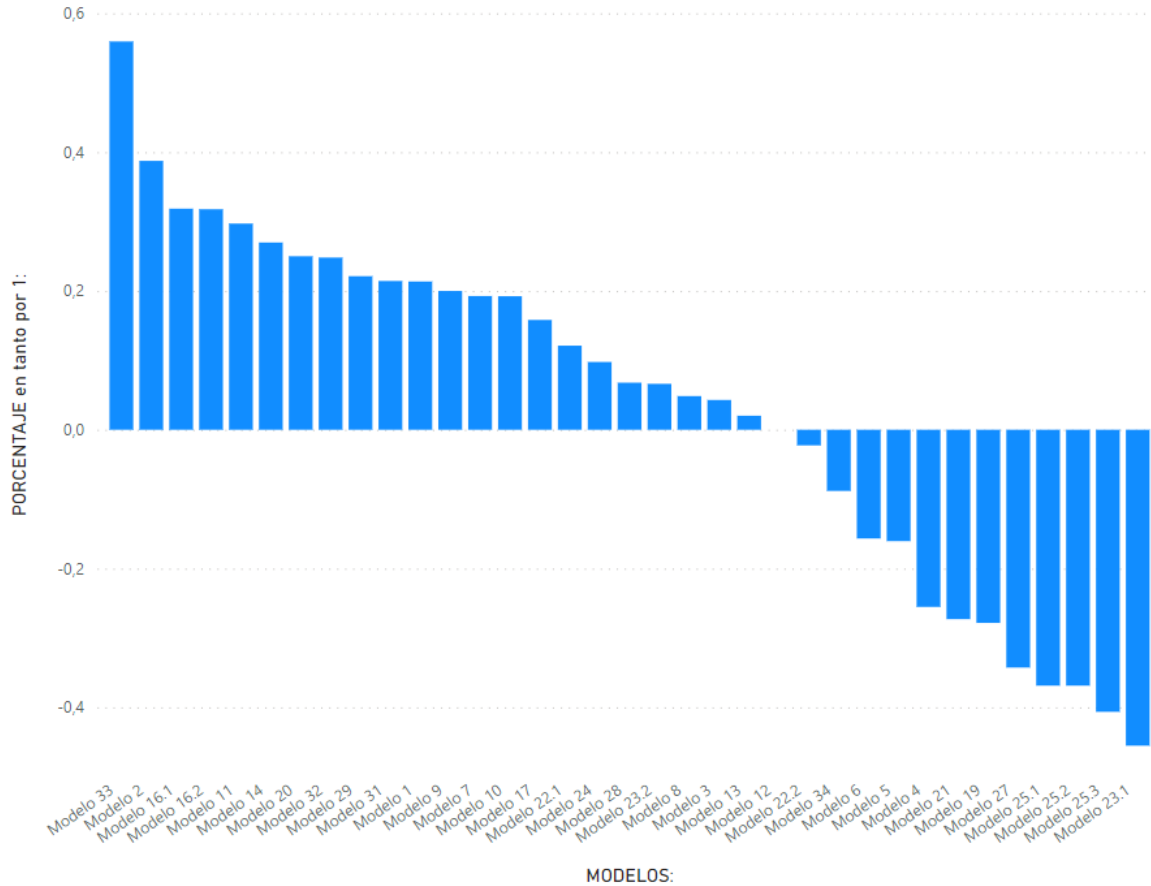


Figura 8. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en los pilares de las estructuras

En la Figura 9 se puede observar el porcentaje en tanto por uno de diferencia entre los dos reglamentos de las cuantías totales de acero filtrando por un código, en este caso altura con estructuras de entre 15 y 28 metros.

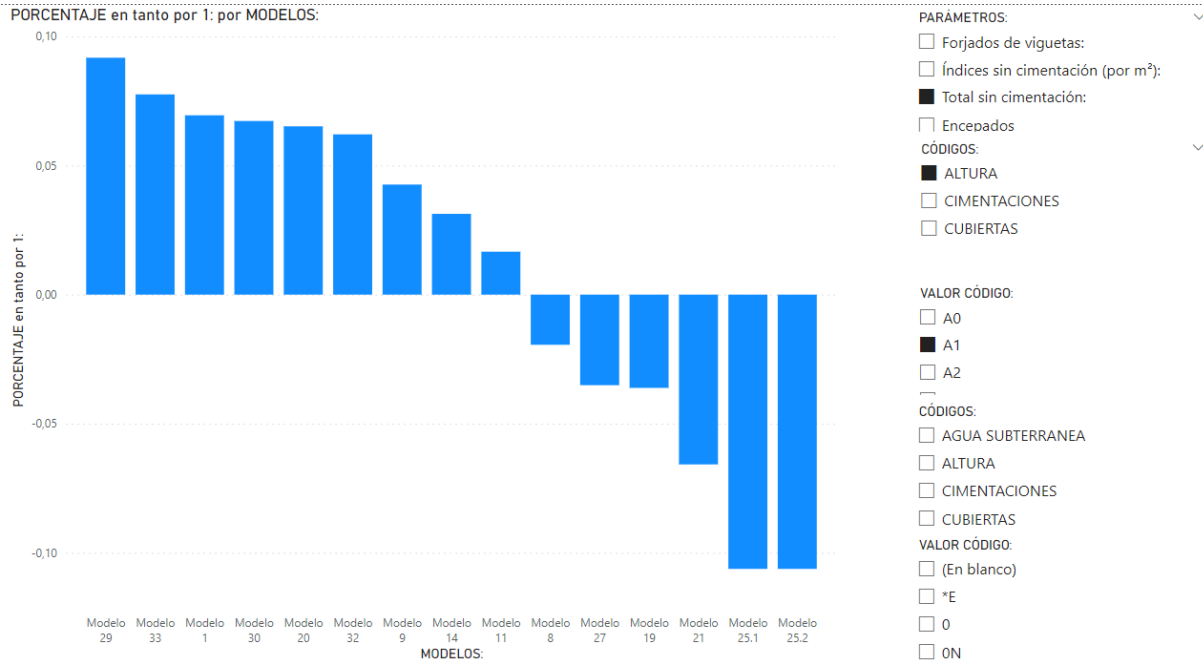


Figura 9. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías totales de acero filtrando por un código.

En la Figura 10 se puede observar el porcentaje en tanto por uno de diferencia entre los dos reglamentos de las cuantías totales de acero filtrando por dos códigos, en este caso uno de altura con estructuras de entre 15 y 28 metros y otro de cubiertas con estructuras con cubiertas planas transitable invertida.

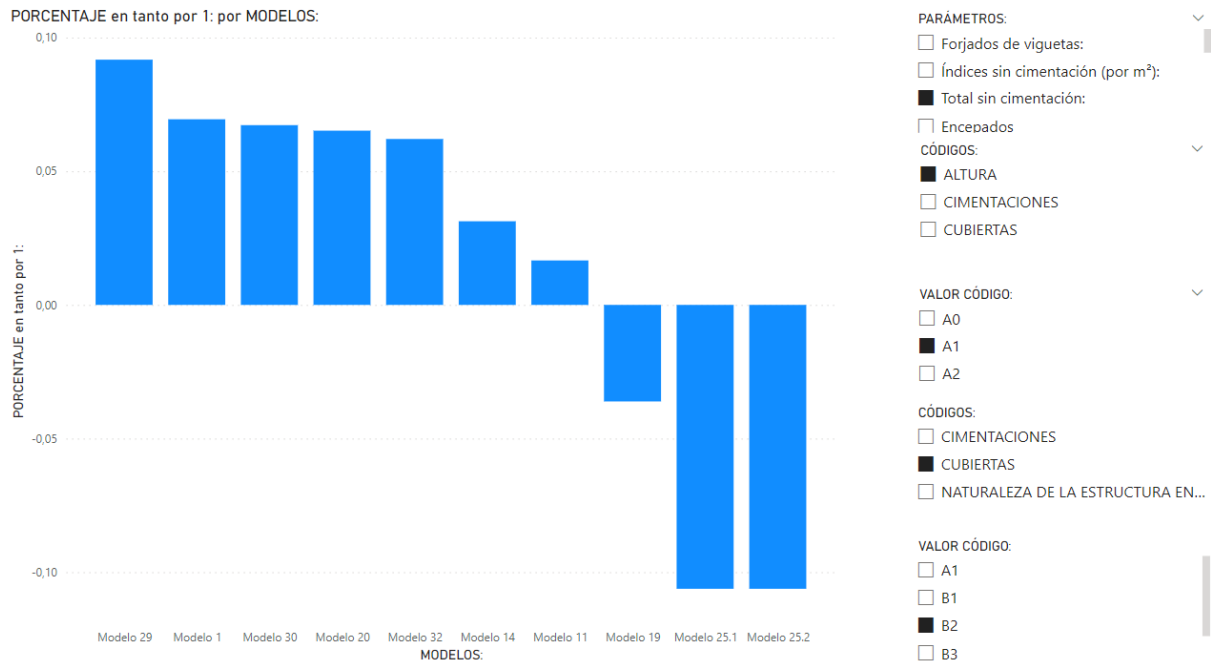


Figura 10. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías totales de acero filtrando por dos códigos.

Quando se filtra por los diferentes códigos, solo aparecen en el gráfico los modelos de estructuras que cumplen los requisitos introducidos en los códigos.

Las conclusiones sacadas de este análisis estadístico se comentarán en las conclusiones del presente estudio.

A continuación, se pueden ver las gráficas obtenidas para cada elemento estructural:

PORCENTAJE en tanto por 1: por MODELOS:

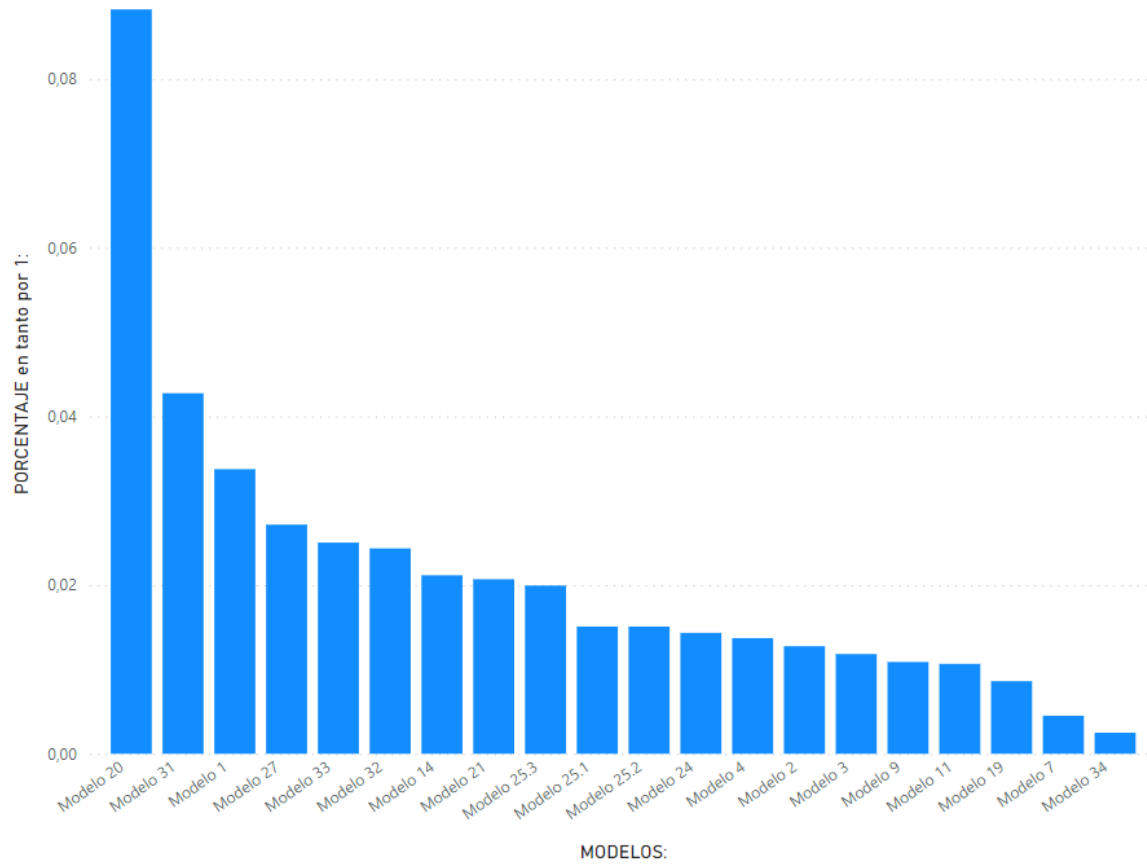


Figura 11. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en las losas de cimentación de las estructuras.

PORCENTAJE en tanto por 1: por MODELOS:

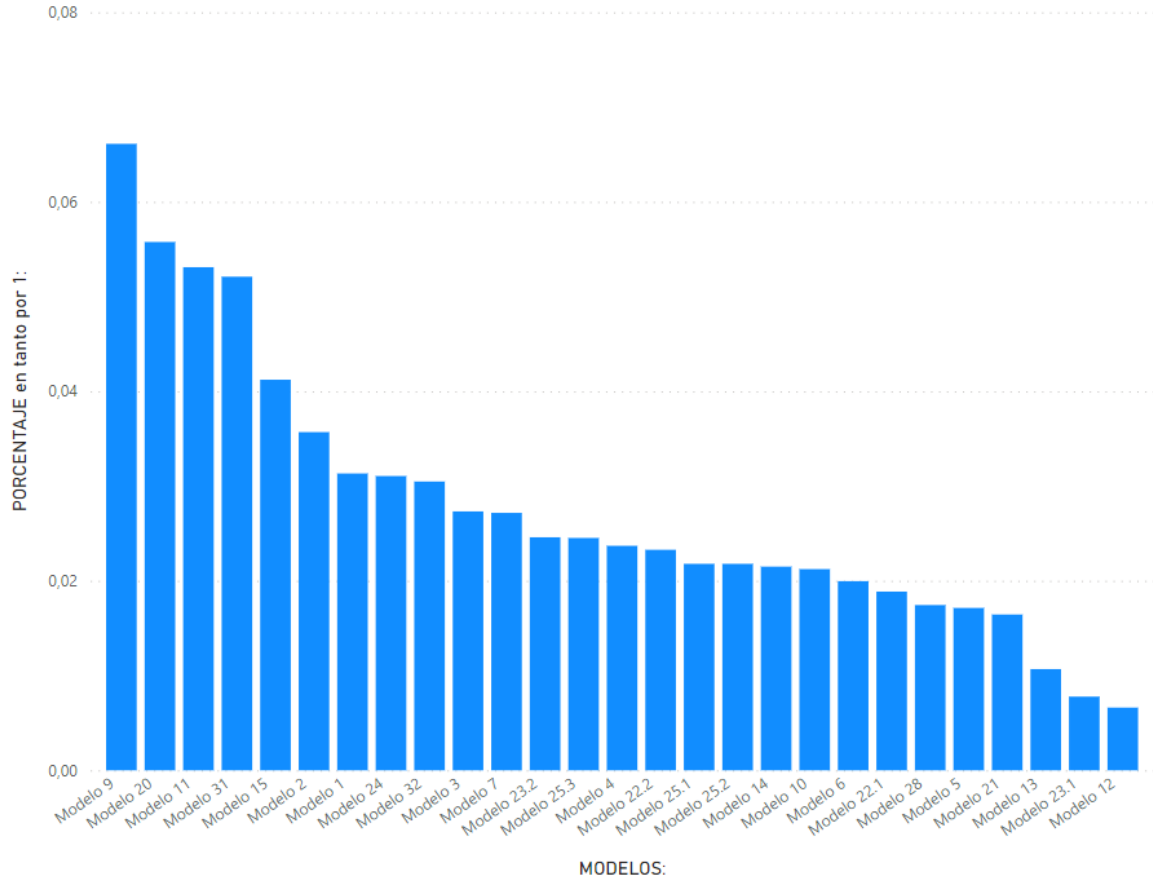


Figura 12. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en los forjados reticulares de las estructuras.

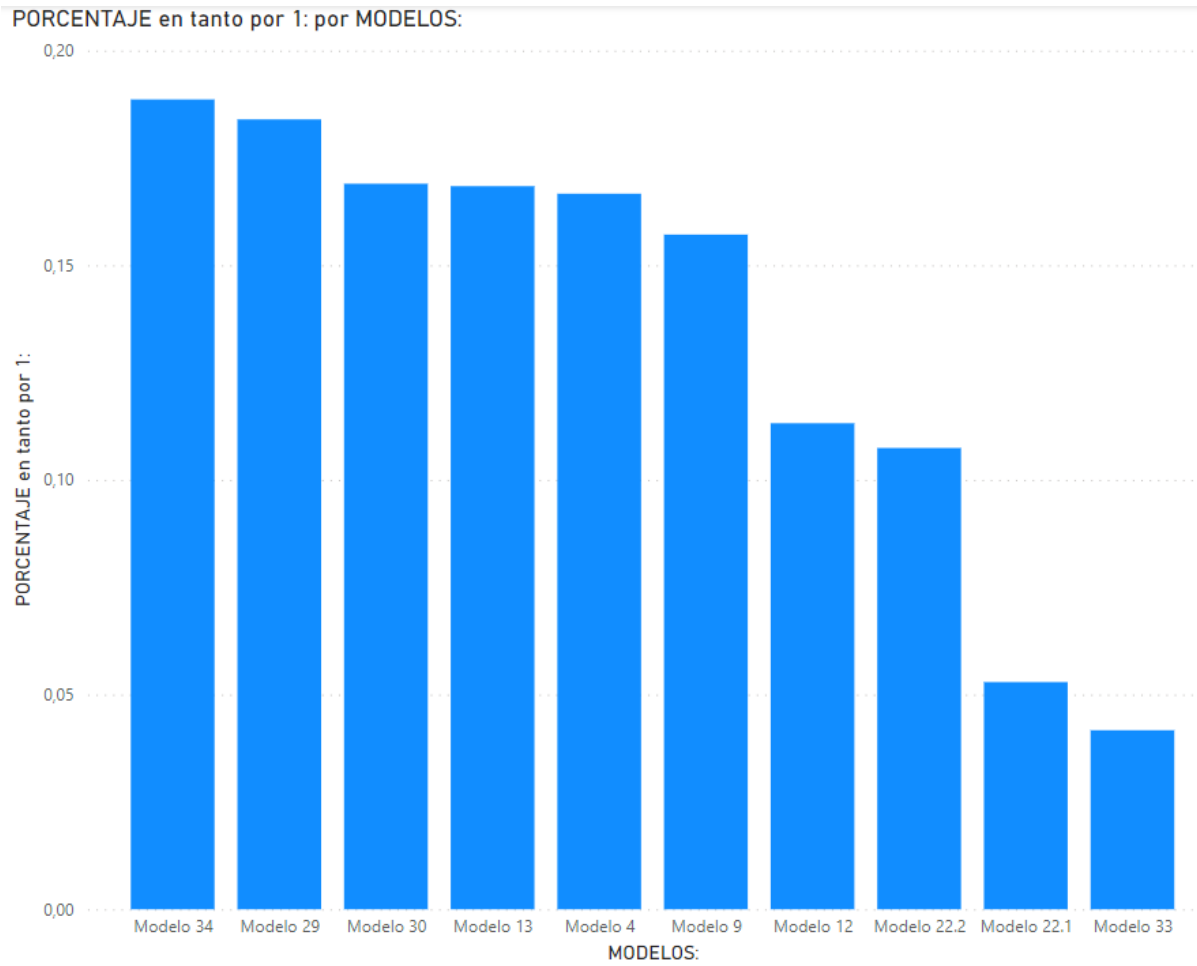


Figura 13. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en los forjados de viguetas de las estructuras.

PORCENTAJE en tanto por 1: por MODELOS:

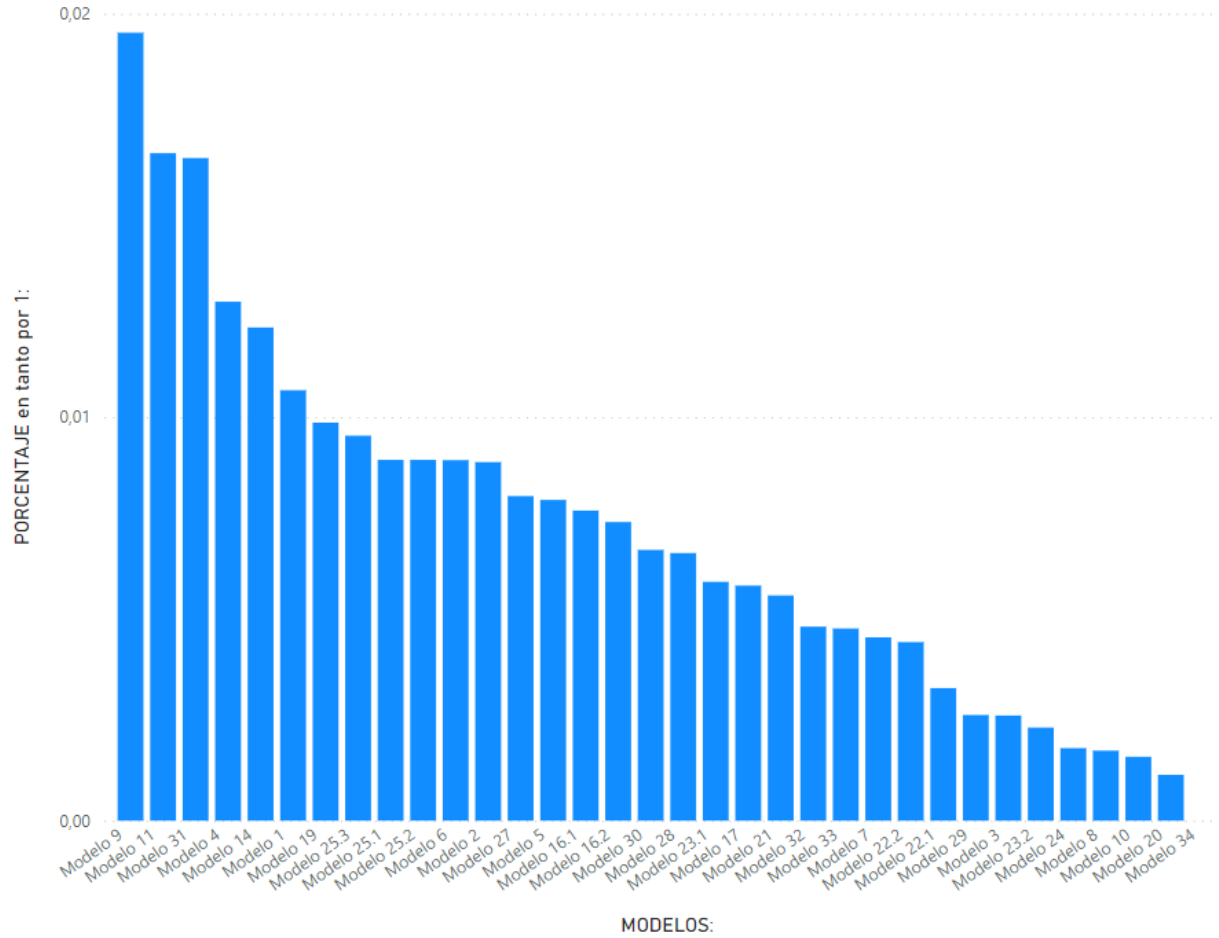


Figura 14. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en losas macizas de las estructuras.

PORCENTAJE en tanto por 1: por MODELOS:

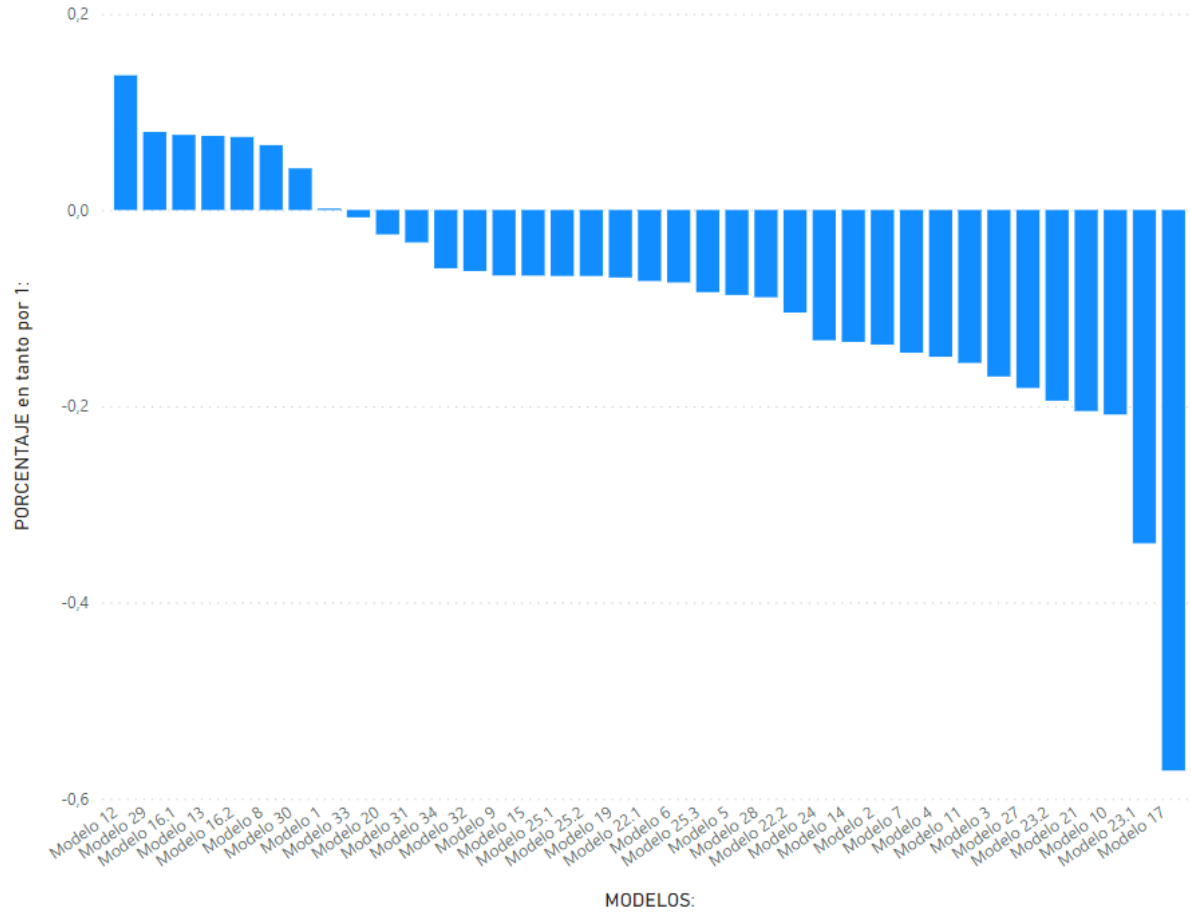


Figura 15. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en las vigas de las estructuras.

PORCENTAJE en tanto por 1: por MODELOS:

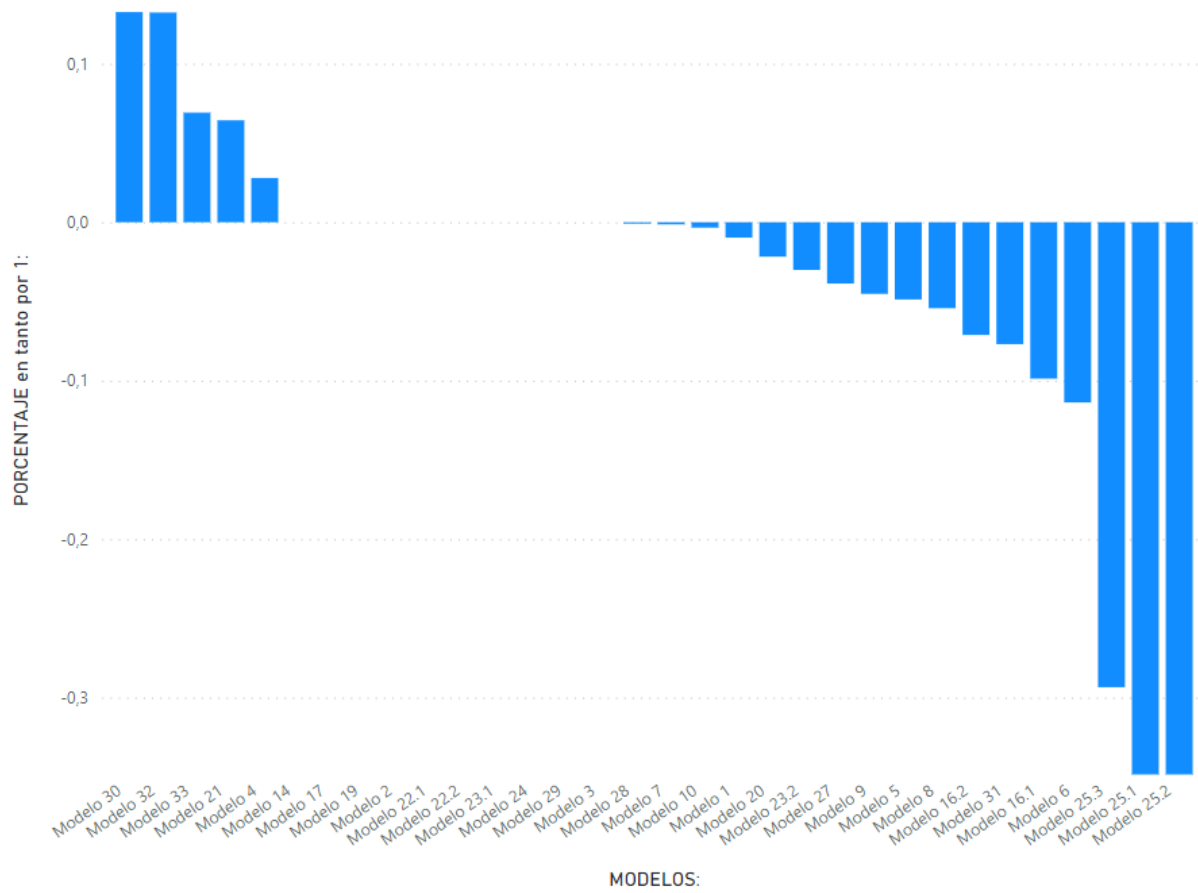


Figura 16. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en los muros de hormigón armado de las estructuras.

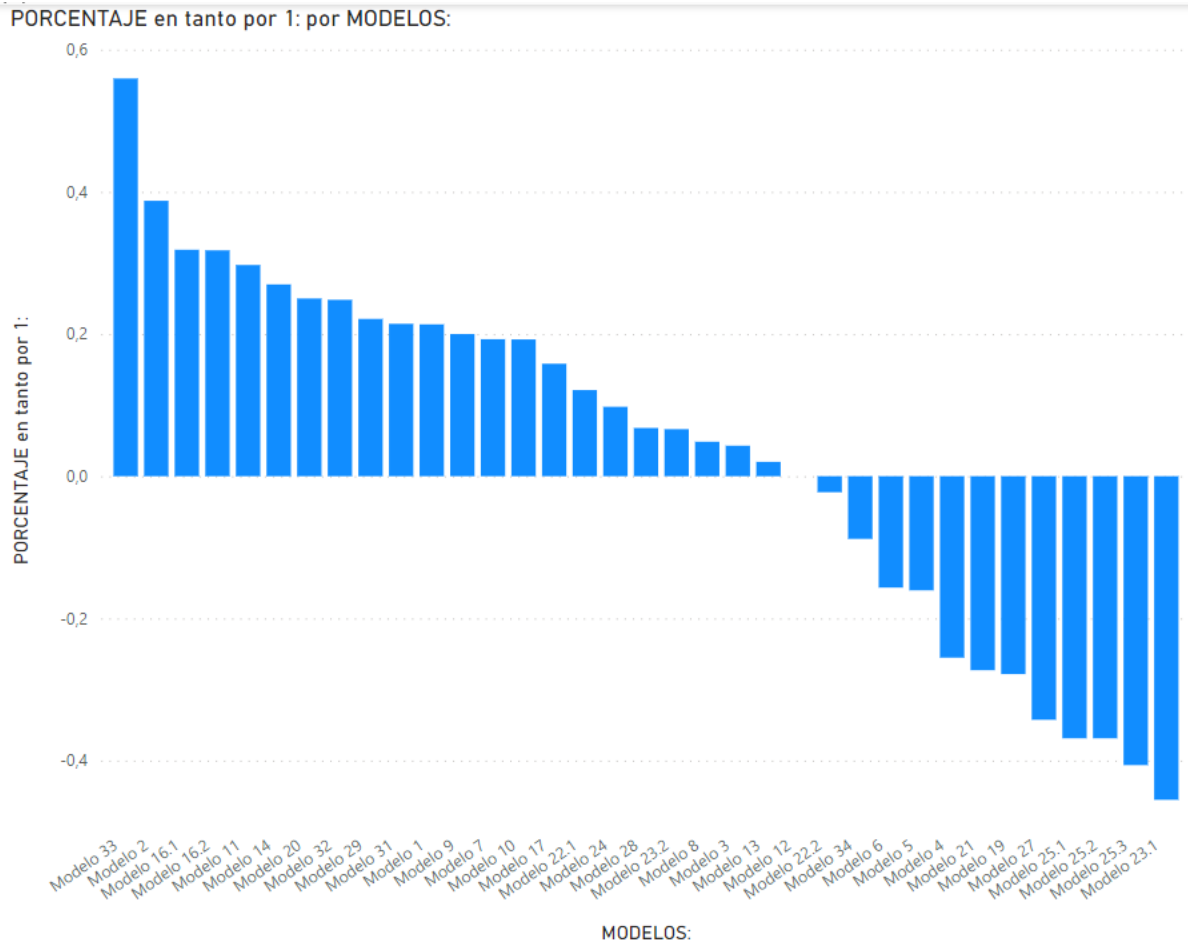


Figura 17. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en los pilares de las estructuras.

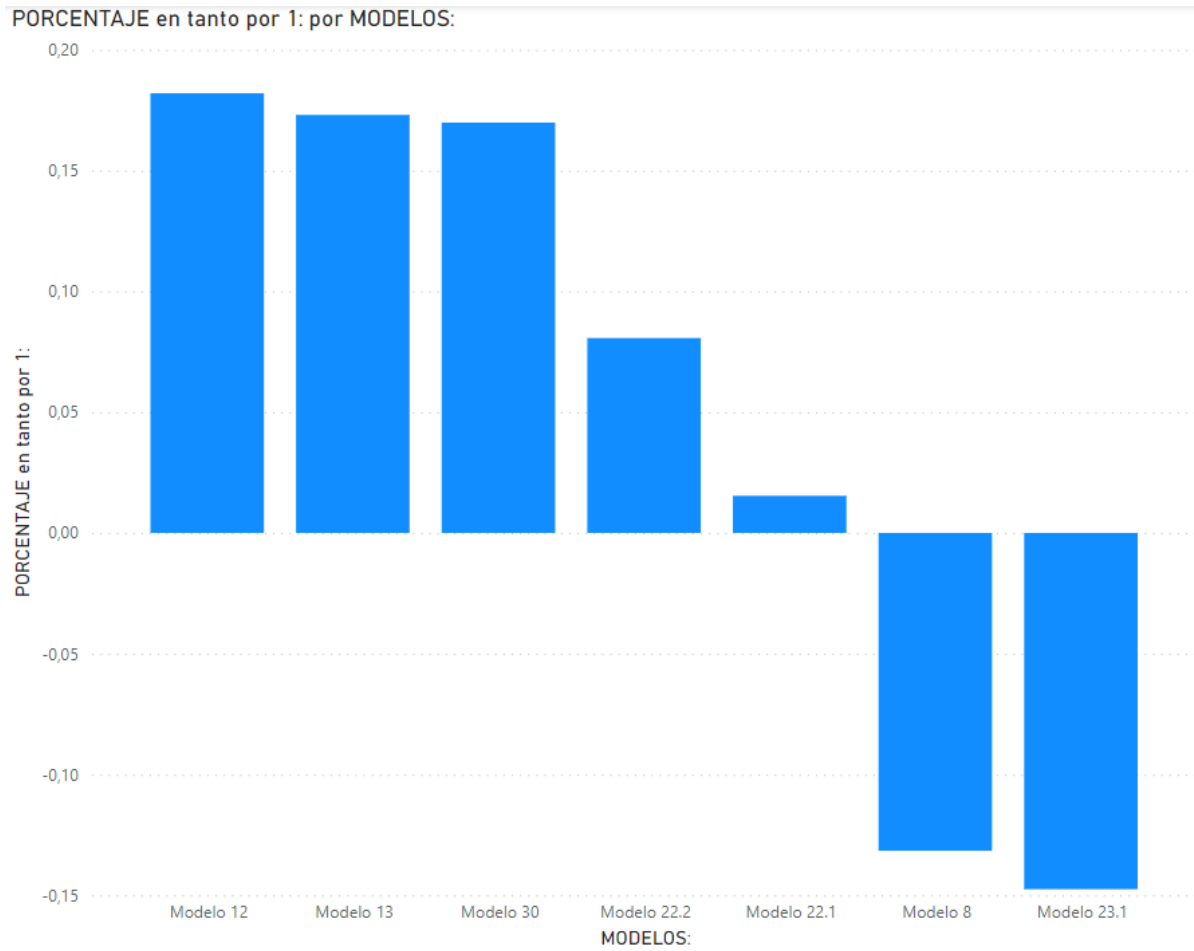


Figura 18. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en las zapatas aisladas de las estructuras.

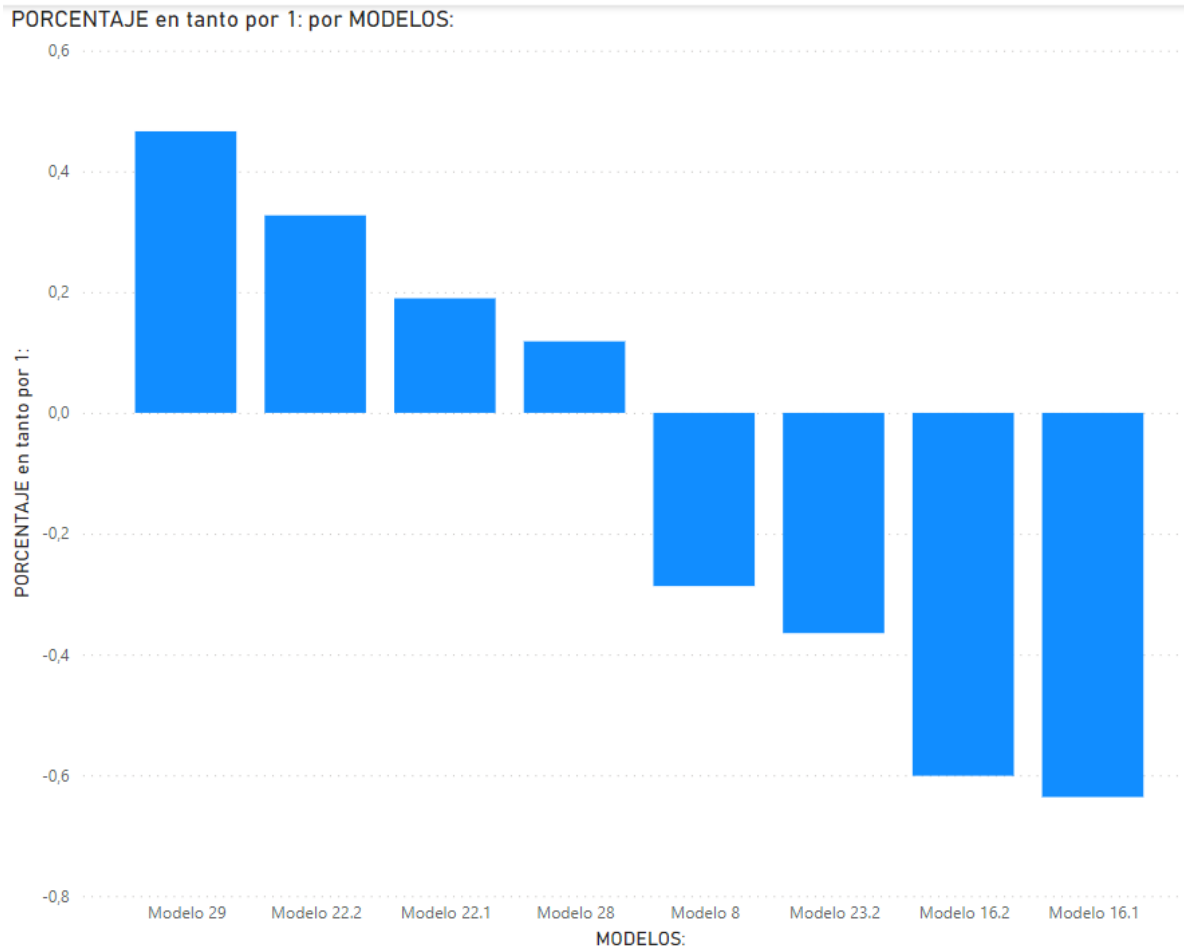


Figura 19. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en las zapatas corridas de las estructuras.

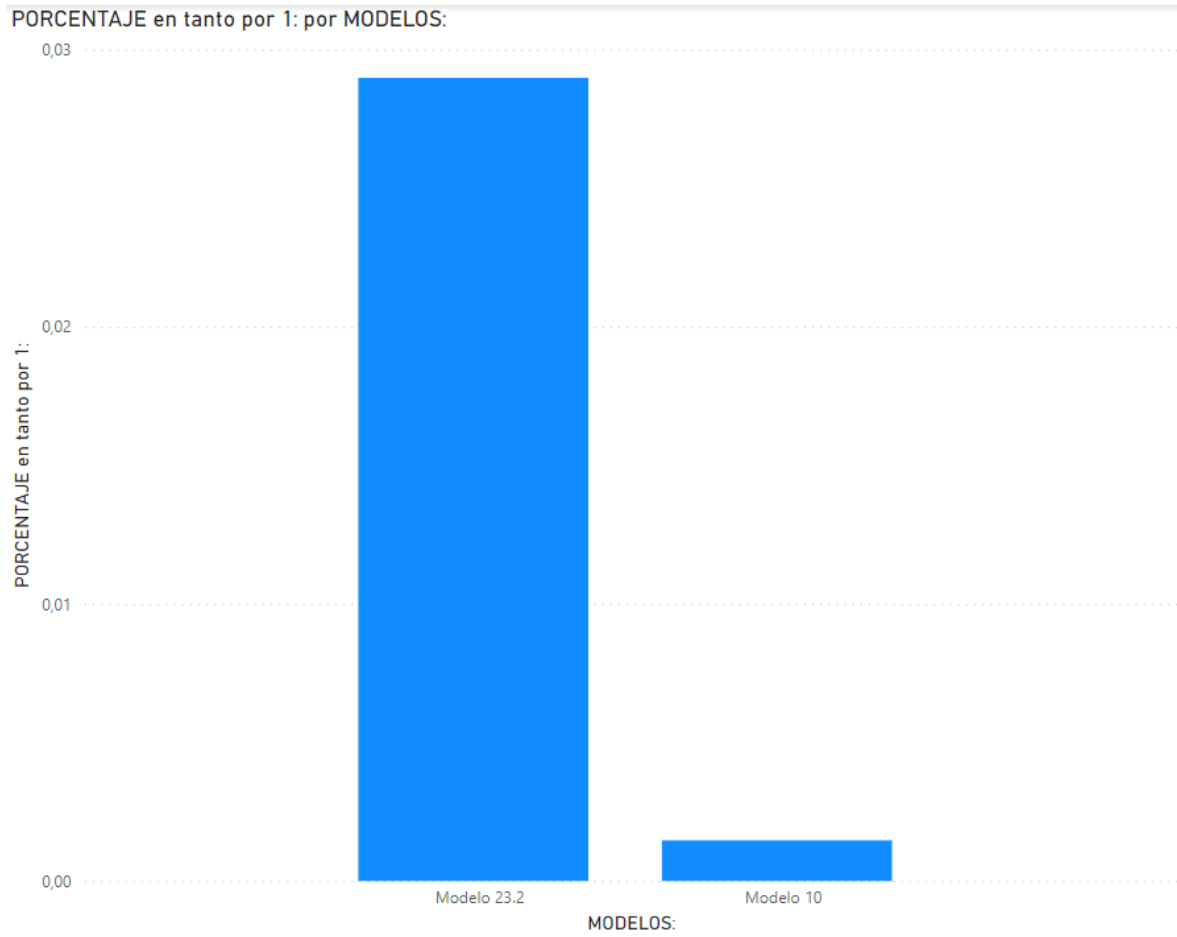


Figura 20. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en los encepados de las estructuras.

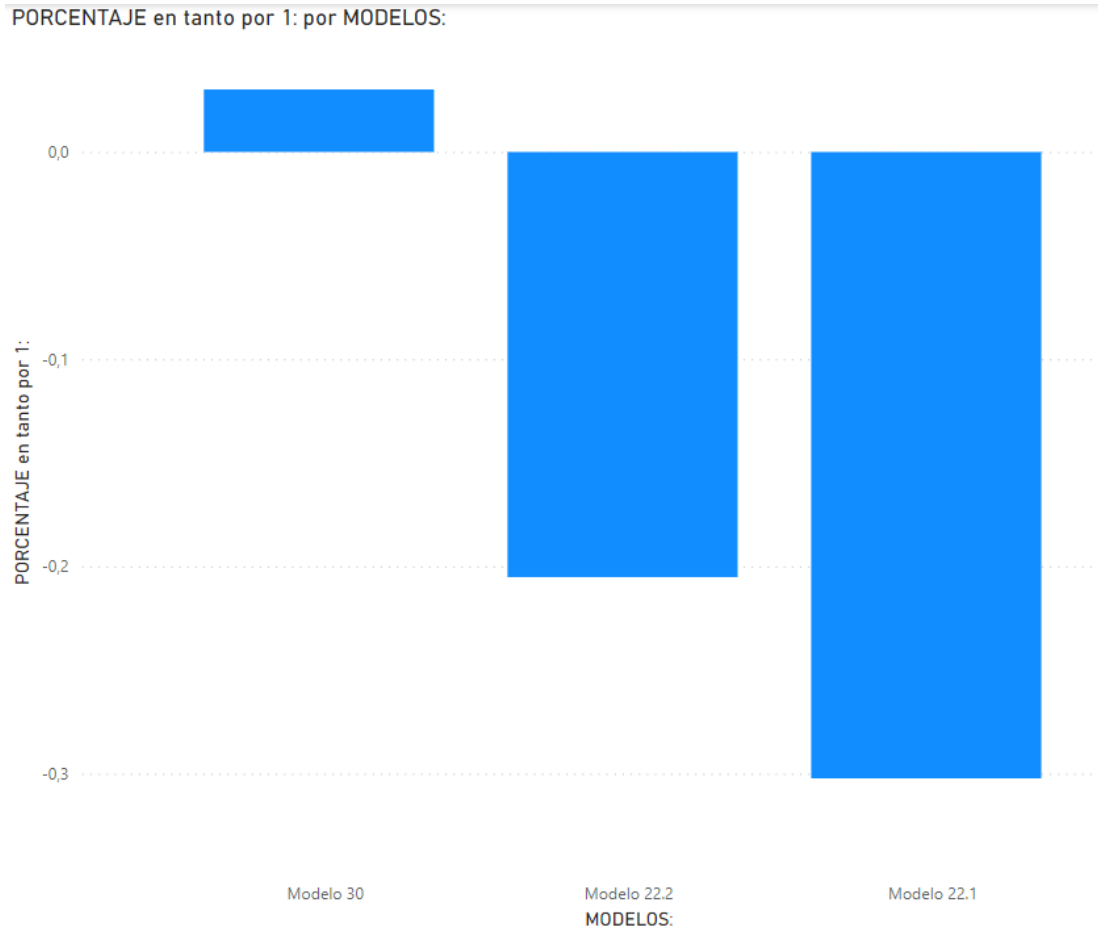


Figura 21. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en las vigas centradoras de las estructuras.

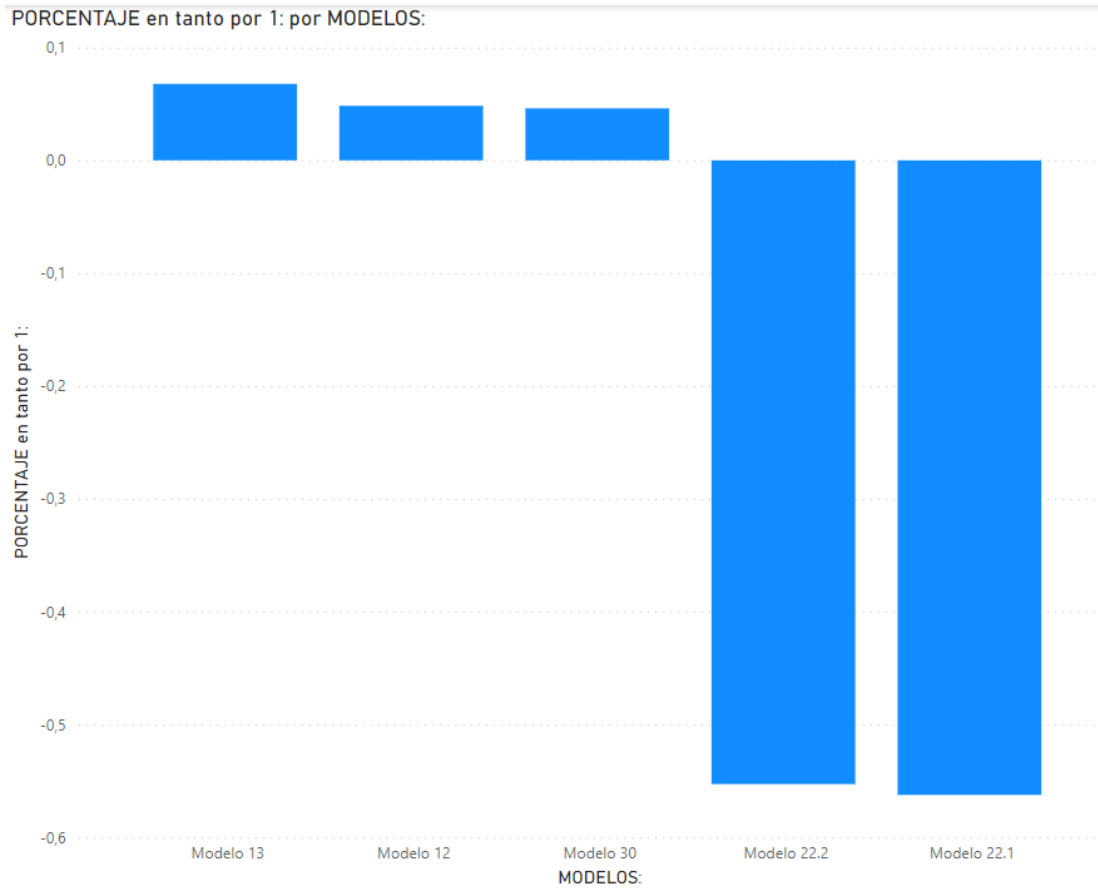


Figura 22. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en las vigas de atado de las estructuras.

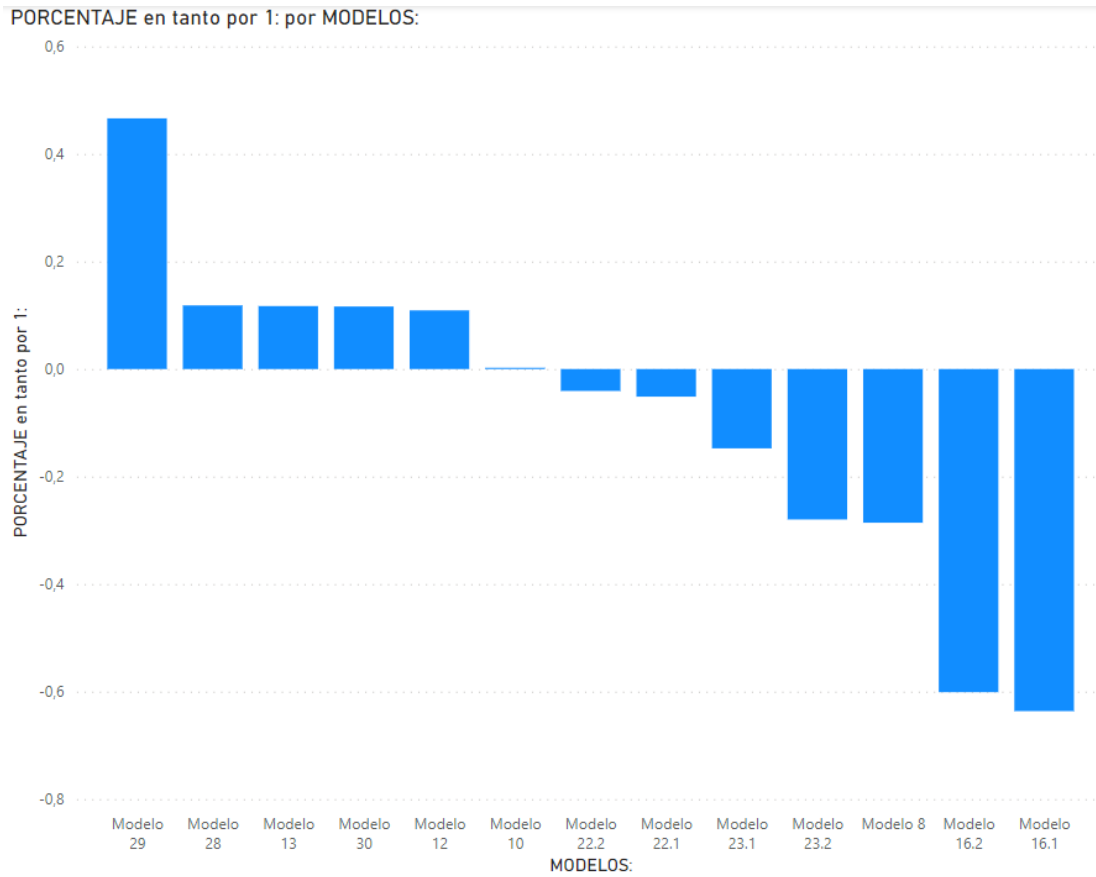


Figura 23. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en el total de la cimentación de las estructuras.

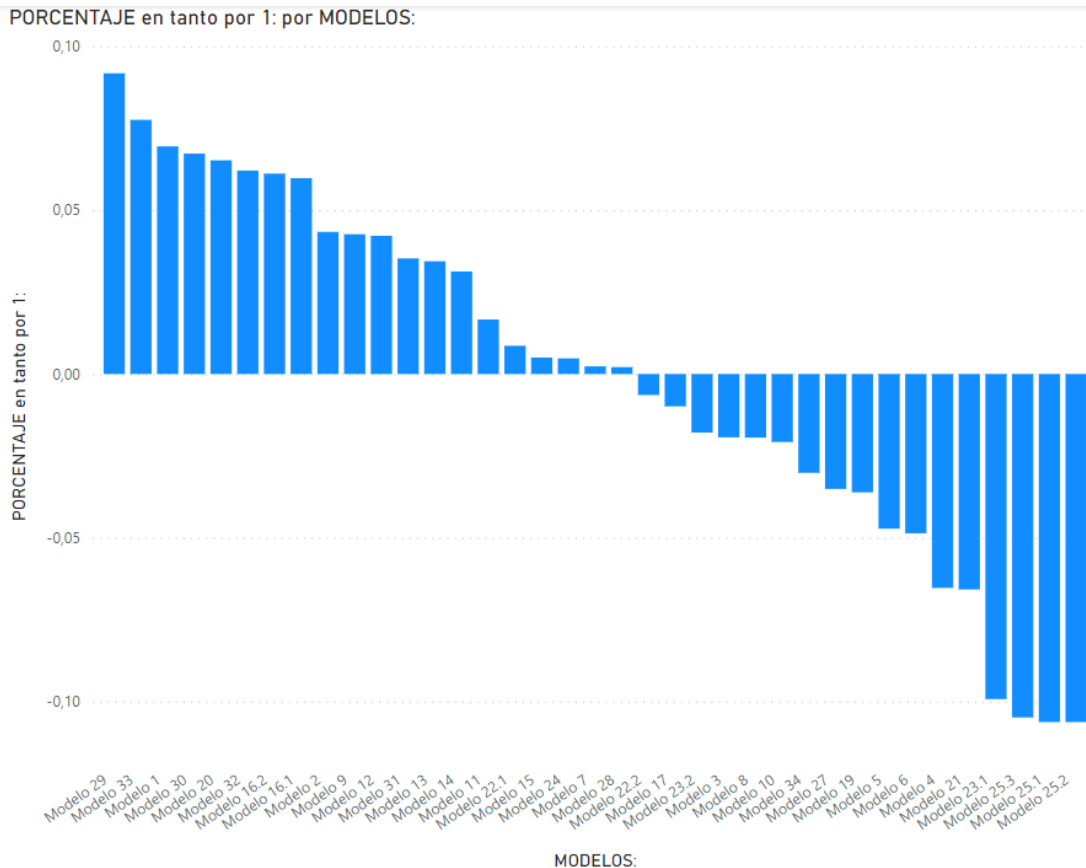


Figura 24. Gráfico del % de diferencia entre las cuantías de acero en el total sin cimentación de las estructuras.

Por último, indicar que se ha intentado analizar las estructuras con el software StruBIM Rebar, el cual es un módulo de CYPE que se emplea como instrumento para la descomposición de armaduras en estructuras de hormigón armado, importando todos los resultados y geometrías de los elementos estructurales de los modelos calculados previamente en CYPECAD. Se quería utilizar este programa con el fin de poder obtener para cada elemento estructural su despiece en armaduras longitudinales, transversales, punzonamiento, etc. Para poder obtener así un análisis más detallado a nivel de armado de como varían, entre normativas, los armados antes mencionados en los diferentes elementos.

Pero esto no se ha podido conseguir ya que la última versión del software utilizado (v 2024.d) solo obtenía por elemento los diámetros y kilogramos de las barras que se utilizan en él, sin hacer referencia a si esas barras eran utilizadas en el armado longitudinal, transversal, etc.



3.2. Análisis detallado de las diferencias entre el CE y la EHE-08

Este análisis más en profundidad de la comparación entre los dos reglamentos se dividirá de la siguiente forma, por un lado, se comentarán las diferencias generales que hay entre las dos normativas sin enfocarse en ningún elemento estructural en concreto. Y después se expondrán las diferencias observadas que solo influyen en elementos específicos como pueden ser, pilares, vigas, forjados, etc. Para este estudio se van a utilizar los cálculos y comprobaciones realizados por CYPECAD para los diferentes elementos de los modelos estructurales utilizados en el análisis estadístico, con el fin de poder visualizar de una forma más sencilla algunas de las principales diferencias entre la EHE-08 y el CE.

3.2.1. Novedades contempladas en la nueva normativa

En el nuevo reglamento se han añadido los siguientes nuevos aspectos:

- Regular las áreas que no cubría la EHE-08:
 - o Controlar las estructuras ya construidas a lo largo de su período de utilización.
 - o Los sistemas de protección, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón.
 - o Las estructuras realizadas con acero inoxidable.
 - o Las estructuras mixtas de hormigón y acero[3].
- Modificar las menciones a la Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción, que se contenían en la reglamentación vigente, sustituyéndolas por el Reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo, cuya principal novedad es que desaparece el concepto de idoneidad al uso de los productos con marcado CE, y se sustituye por la presunción de veracidad de la expresión de los valores de las prestaciones de las características de los productos amparados por dicho marcado [3].



- Examinar la sostenibilidad de las estructuras al tener en cuenta las propiedades de rendimiento, aspectos medioambientales, impactos sociales y factores económicos aportados por los involucrados en su proyecto y realización.
- Definir pautas para la aplicación del hormigón proyectado en proyectos estructurales.
- Integrar los elementos más destacados de la normativa europea en el diseño de estructuras, conforme a los métodos definidos en los Eurocódigos Estructurales.

Por otro lado, el nuevo Código Estructural está formado por un artículo general (con 4 títulos, uno de las bases generales para los 3 tipos de estructuras y los otros 3 contienen las condiciones particulares necesarias para cada una de dichas estructuras) y 32 anejos en los que se abordan en detalle ciertos requisitos estructurales, todos ellos de carácter normativo, con excepción del anejo 6 que trata sobre los tipos de cemento recomendados para el hormigón estructural, los anejos 7 a 9 que proporcionan orientaciones sobre el uso de hormigones especiales (con fibras, ligero y proyectado), y el anejo 12 que se centra en la estimación de la vida útil de elementos de hormigón. Estos 32 apéndices ofrecen una ampliación detallada de ciertos requisitos estructurales[4].

Por otro lado, los anejos 18 a 32 incorporan el contenido de los Eurocódigos vinculados al diseño y verificación de estructuras que se encuentran dentro del alcance del Código, como el EC 0 y ciertas secciones de EC 2, EC 3 y EC 4[2].

Para el presente estudio el anejo más relevante va a ser el 19, el cual habla del proyecto de estructuras de hormigón.

Por último, indicar que cuando se haga referencia a un artículo de la parte general de la normativa, se señalará únicamente su número. En el caso de que esté vinculado al apéndice 19, se mencionará de manera específica.

3.2.2. Diferencias entre las dos normativas en la parte de los artículos del CE

En esta parte se van a indicar todas las diferencias encontradas entre los dos reglamentos en la sección de los artículos del CE.

3.2.2.1. Clases de exposición de los elementos de hormigón



Los tipos de exposiciones a los que están sometidas las estructuras de hormigón se han visto modificadas respecto al tipo de clasificación que se utilizaba en el EHE-08. Se han adoptado de los Eurocódigos añadiendo la XM de erosión. Todo esto para poder aportar una mayor precisión a la hora de indicar a que exposición se está sometiendo la estructura.

Las clases de exposiciones y ambientes están definidas en la EHE-08 en el 8.2 y en el CE 27.1[5]. En la nueva normativa una estructura puede tener asociadas varias clases, las principales clases para edificación son las siguientes:

- 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.

Las equivalencias con las exposiciones definidas en la antigua normativa son las siguientes:

La categoría I de la normativa EHE-08, que abordaba la exposición a ambientes no corrosivos (sin riesgo de corrosión), ahora se identifica como X0 en el recién adoptado Código Estructural.

La categoría II de exposición según la normativa EHE-08, que abordaba la corrosión por agentes distintos a los cloruros y se dividía en dos subcategorías, se integra en el Código Estructural bajo la recién creada categoría XC. Asimismo, la descripción del proceso ahora se especifica como "corrosión inducida por carbonatación" y se desglosa en cuatro nuevas subdivisiones según el nivel de humedad del entorno. En la Tabla 14 se puede observar la equivalencia entre ambas normativas.

Tabla 14. Equivalencia entre la clase de exposición II y la nueva clase XC

EHE-08			CE		
Designación	Descripción del entorno	Subclase	Designación	Descripción del entorno	Subclase
IIa	Corrosión de origen diferente a los cloruros	Humedad alta	XC1	Corrosión inducida por carbonatación	Seco o permanentemente húmedo
			XC2		Húmedo, raramente seco
XC3		Humedad moderada			
XC4		Sequedad y humedad cíclicas			
IIb		Humedad media			

En lo que respecta a las categorías de exposición para la corrosión inducida por cloruros de origen no marino, la EHE-08 únicamente incluía una categoría, la IV. No obstante, el Código Estructural introduce las categorías XD y añade tres nuevas categorías basadas en el nivel de humedad del entorno. En la Tabla 15 se puede observar la equivalencia entre ambos reglamentos.

Tabla 15. Equivalencia entre la clase de exposición IV y la nueva clase XD

EHE-08			CE		
Designación	Descripción del entorno	Subclase	Designación	Descripción del entorno	Subclase
IV	Corrosión por cloruros de origen diferente que el medio marino	-	XC1	Corrosión inducida por cloruros de origen no marino	Humedad moderada
			XC2		Húmedo, raramente seco
			XC3		Ciclos de humedad y secado

En relación con la corrosión inducida por cloruros de origen marino, la EHE-08 tenía la clase III, la cual se desglosaba en tres subcategorías según la cercanía del hormigón al agua. Ahora, contamos con la recién establecida clase XS, que abarca los mismos tres entornos que en la EHE-



08, pero con una descripción más detallada para cada uno de ellos. En la Tabla 16 se puede observar la equivalencia entre la EHE-08 y el CE.

Tabla 16. Equivalencia entre la clase de exposición III y la nueva clase XS

EHE-08			CE		
Designación	Descripción del entorno	Subclase	Designación	Descripción del entorno	Subclase
IIIa		Aérea	XS1		Expuesto a aerosoles marino, pero sin contacto directo con el agua del mar
IIIb	Corrosión por cloruros de origen marino	Sumergida	XS2	Corrosión por cloruros de origen marino	Permanentemente sumergida en el agua del mar
IIIc		En zonas de mareas	XS3		Zonas de carrera de marea afectadas por el oleaje o salpicaduras

En el caso de las categorías de exposición a la corrosión causada por el ciclo de hielo y deshielo, la normativa EHE-08 solo reconocía dos subcategorías, dependiendo de si había o no sales fundentes. No obstante, el código estructural introduce cuatro subcategorías, agrupadas bajo las recién establecidas categorías de exposición XF. Ahora, dentro de las dos divisiones que tenían en cuenta la presencia o ausencia de sales fundentes, se agrega una nueva subdivisión que considera el nivel de saturación, ya sea moderada o alta, dando lugar a un total de cuatro nuevas subcategorías. En la Tabla 17 Tabla 16 se puede observar la equivalencia entre la EHE-08 y el CE.

Tabla 17. Equivalencia entre la clase de exposición H y F y la nueva clase XF

EHE-08			CE		
Designación	Descripción del entorno	Subclase	Designación	Descripción del entorno	Subclase
H	Corrosión por ataque de hielo-deshielo	Sin sales fundentes	XF1	Corrosión por ataque de hielo-deshielo	Saturación moderada sin sales fundentes
		Con sales fundentes	XF3		Saturación alta sin sales fundentes
XF2			Saturación moderada con sales fundentes		
F		XF4	Saturación alta con sales fundentes		

En relación con las categorías de exposición Q, que abordaban la corrosión provocada por ataques químicos y se dividían en tres subcategorías según la intensidad del ataque, el recién adoptado CE introduce las categorías XA en su lugar.

En la normativa EHE-08, las explicaciones sobre los ambientes afectados por ataques químicos remitían a la tabla 8.2.3b "Clasificación de la agresividad química". Esta tabla detallaba las distinciones entre ataques leves, moderados o fuertes, considerando factores como el tipo de medio corrosivo (agua o suelo), el pH, el CO₂ corrosivo, y los niveles de iones (amonio, magnesio y sulfato), así como el residuo seco[6]. En el Código Estructural, se mantienen las mismas tres subcategorías según la intensidad del ataque químico, y se orienta al lector hacia la misma tabla de "Clasificación de la agresividad química", que ahora se denomina tabla 27.1.b en el código estructural y conserva su contenido sin modificaciones. En la Figura 25 y en la Tabla 18 se puede ver la clasificación de la agresividad química y la equivalencia entre la EHE-08 y el CE respectivamente.

Tabla 27.1.b Clasificación de la agresividad química

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		XA1	XA2	XA3
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	VALOR DEL pH, según UNE 83952	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ / l), según UNE-EN 13577	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ / l), según UNE 83954	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ / l), según UNE 83955	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / l), según UNE 83956	200 - 600	600 - 3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83957	75 - 150	50 - 75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE-EN 16502	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco), según UNE 83963	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica.

Figura 25. Clasificación de la agresividad química[2].

Tabla 18. Equivalencia entre la clase de exposición Q y la nueva clase XA

EHE-08			CE		
Designación	Descripción del entorno	Subclase	Designación	Descripción del entorno	Subclase
Qa		Débil conforme a la tabla 8.2.3b de la EHE-08	XA1		Ataque débil conforme a la tabla 27.1.b del CE
Qb	Ataque químico	Media conforme a la tabla 8.2.3b de la EHE-08	XA2	Ataque químico	Ataque medio conforme a la tabla 27.1.b del CE
Qc		Fuerte conforme a la tabla 8.2.3b de la EHE-08	XA3		Ataque fuerte conforme a la tabla 27.1.b del CE

Por último, en lo referente a la única categoría de exposición a la erosión en la EHE-08, el recién adoptado Código Estructural introduce tres subcategorías designadas como XM. Esta desagregación se origina debido a la necesidad de detallar con mayor precisión el grado de erosión o abrasión experimentado por el hormigón, clasificándolo como moderado, intenso o extremo. En la Tabla 19 se puede observar la equivalencia entre la EHE-08 y el CE.

Tabla 19. Equivalencia entre la clase de exposición E y la nueva clase XM

EHE-08			CE		
Designación	Descripción del entorno	Subclase	Designación	Descripción del entorno	Subclase
E	Corrosión por erosión	Corrosión por abrasión o cavitación	XM1	Corrosión por erosión	Corrosión por erosión/abrasión moderada
			XM3		Corrosión por erosión/abrasión intensa
			XM2		Corrosión por erosión/abrasión extrema

Estos cambios en las clases de exposición conllevan pequeñas modificaciones con respecto a los requisitos de durabilidad del hormigón según su categoría de exposición. En el capítulo 9 del Código Estructural y, específicamente, su artículo 43, que aborda la durabilidad de las estructuras de hormigón. En el apartado 2.1 del artículo antes comentado del CE se pueden encontrar las cuantías mínimas para el de cemento y la relación máxima agua/cemento (tabla 43.2.1.a), así como la resistencia característica mínima esperada para el hormigón (tabla 43.2.1.b). Las dos tablas antes mencionadas son del Código Estructural.

Por último, aparte de cambiar la tipificación de las exposiciones, se fijan las resistencias mínimas del hormigón, en la siguiente figura se pueden ver los valores de estas resistencias, mientras que en la EHE-08 las resistencias mínimas eran meramente recomendatorias.

Tabla 43.2.1.b Resistencia característica mínima esperada para el hormigón (*)

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Resistencia característica (N/mm ²).	Masa	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	30	30	30	30	30	30	30
	Armado	25	25	25	30	30	30	30	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	35	30	30	30
	Pretensado	25	25	25	30	30	30	35	35	35	35	35	30	30	30	30	30	35	35	30	30	30

(*) Resistencia característica mínima alcanzable para un hormigón fabricado con cemento de categoría resistente 32,5 R con un contenido mínimo de cemento y máxima relación agua/cemento, conformes a lo indicado en la tabla 43.2.1a.

Figura 26. Tabla 43.2.1.b del CE

3.2.2.2. Docilidad del hormigón

En la docilidad del hormigón se han encontrado unas diferencias en cuanto a las clases de consistencia donde los asiendo en mm para los diferentes elementos se han visto modificados. La docilidad del hormigón está definida en la EHE-08 en el 8.2 y en el 27.1 del CE.

Las categorías de consistencia se establecen con niveles de asentamiento distintos a los especificados en la EHE-08. Se recomienda una consistencia fluida para pilares, forjados y vigas, a menos que existan razones fundamentadas para lo contrario. En la Figura 27 se pueden ver los valores de los asentamientos para los diferentes tipos de consistencias en la EHE-08 (tabla del artículo 31.5 de la antigua normativa) y en la Figura 28 para el CE (tabla 33.5s del artículo 33.5 del CE).

Tipo de consistencia	Asentamiento en cm
Seca (S)	0-2
Plástica (P)	3-5
Blanda (B)	6-9
Fluida (F)	10-15
Líquida (L)	16-20

Figura 27. Clases de consistencias y sus asentamientos en la EHE-08[7].

Tabla 33.5.a Clases de consistencia

Tipo de consistencia	Asentamiento en mm
Seca (S)	0-20
Plástica (P)	30-40
Blanda (B)	50-90
Fluida (F)	100-150
Líquida (L)	160-210

Figura 28. Clases de consistencias y sus asentamientos en el CE.[2].

Como consecuencia principal de que las vigas, pilares y forjados tengan que tener una consistencia fluida, hace que el asiento mínimo para estos elementos sea de 100mm, esta prescripción no estaba antes en la EHE-08 y permitía utilizar la consistencia blanda sin tener que justificarlo.

3.2.2.3. Tipificación de los hormigones

La tipificación del hormigón está definida en la EHE-08 en el 39.2 y en el 33.6 del CE.

La diferencia que se ha encontrado en la categorización del hormigón es que en el CE la designación del ambiente de exposición se hará en función de lo definido en el apartado 3.2.2.1 del presente estudio. Y en la antigua normativa se hacía con la anterior tipificación de la exposición.

3.2.2.4. Espesores de recubrimiento

Los espesores de recubrimientos están definidos en la EHE-08 en el 37.2.4.1 y en el 44.2.1.1 y el Anexo 19 en el 4.4.1 del CE.

Como pasa con la resistencia característica del hormigón que se ha visto modificada en función de la nueva clasificación de las exposiciones, en los espesores de recubrimiento pasa igual, en los apartados de la nueva norma comentados en el párrafo anterior se puede encontrar las tablas de los recubrimientos mínimos en función de la vida útil de proyecto y de la clase de exposición.

3.2.2.5. Control estadístico de la resistencia del hormigón

El control estadístico de la resistencia del hormigón está definido en la EHE-08 en el 86.5.4.3 y en el 57.5.4.3 del CE.

El cálculo de los criterios de aceptación de los lotes se ha visto modificado de la siguiente manera:

- Para la EHE-08 los lotes tenían que cumplir los criterios de aceptación que se ven en la Figura 29.

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	$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_{2fN} \geq f_{ck}$	
3	$f(x_{(1)}) = x_{(1)} - K_{3s_{35}} \geq f_{ck}$	A partir de la amasada 37 ^a $3 \leq N \leq 6$ A las amasadas anteriores a la 37 ^a , se les aplicará el criterio n° 2

Figura 29. Criterios de aceptación de los lotes de hormigón en la EHE-08.[7].

- Y para el CE los lotes de hormigón tienen que cumplir los criterios de aceptación que se ven en la Figura 30.

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

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

Figura 30. Criterios de aceptación de los lotes de hormigón en CE.[2].

Los casos de control estadístico siguen siendo los mismo en el CE que en la EHE-08.

En conclusión, la modificación que se ha realizado es en la forma en la que se calculan los criterios siendo estos algo más restrictivos que en la EHE-08, ya que el coeficiente 1,645 pasa a



ser 1,66 y, por otro lado, la amasada que diferenciaba el caso 2 del 3 pasa de ser la amasada 37 a la 36.

3.2.3. Diferencias entre las dos normativas en la parte del Anejo 19 del CE

En este apartado del estudio se van a comentar todas las diferencias obtenidas entre las dos normativas en basándose en el Anejo 19 del Código Estructural.

3.2.3.1. Módulo de deformación

El módulo de deformación está definido en la EHE-08 en el 39.6 y en el A19 3.1.3 del CE.

En el EHE-08 se calcula el módulo de elasticidad secante (E_{cm}) siguiendo la expresión (1).

$$E_{cm} = 8.500^3 \sqrt{f_{cm}} \quad (1)$$

Con f_{cm} y E_{cm} en N/mm^2 . Siendo f_{cm} la resistencia media a compresión del hormigón a 28 días de edad. Que es igual a $f_{ck} + 8$.

Por otro lado, en la nueva normativa el E_{cm} , se calcula como se indica en (2).

$$E_{cm} = \frac{22.000}{\left[\frac{f_{cm}}{10}\right]^{0,3}} \quad (2)$$

Con f_{cm} y E_{cm} igual que en la EHE-08 en N/mm^2

Esta diferencia en el cálculo de este módulo lo que conlleva es que ahora el módulo de elasticidad secante es mayor, lo que implica que ahora sea más rígido el hormigón entre un 10% y un 15% dependiendo del hormigón utilizado.

3.2.3.2. Diagrama tensión-deformación del acero

El diagrama tensión-deformación del acero está definido en la EHE-08 en el 38.4 y en el A19 3.2.7 del CE.

En el diagrama de tensión-deformación del acero se puede emplear una rama superior inclinada con un límite de deformación o una horizontal en la zona de deformaciones plásticas sin

necesidad de comprobar el límite de deformación, en la Figura 31 se pueden ver estas dos alternativas.

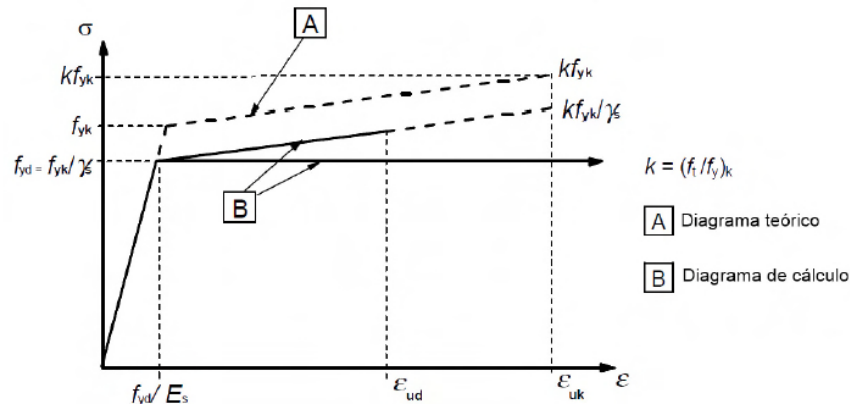


Figura A19.3.8 Diagramas tensión-deformación teórico y de cálculo para las armaduras pasivas (para tracción y compresión)

Figura 31. Diagrama tensión-deformación del acero en el CE.[2].

Sin embargo, en la EHE-08 se limitaba a 0,01 la deformación de agotamiento del acero en tracción.

Esta diferencia entre las dos normativas, lo que conlleva es que ahora desaparece el dominio 2 y la ecuación de compatibilidad correspondiente. Otra cosa diferente es que se conserve en la coherencia del diseño seccional.

Por otro lado, Aunque se mantiene el módulo de elasticidad recomendado para las armaduras pasivas en 200 GPa, se ha incrementado de 200 a 205 GPa para las armaduras activas en alambres y barras, y de 190 a 195 GPa en cordones.

3.2.3.3. Diagrama tensión-deformación del hormigón

El diagrama tensión-deformación del hormigón está definido en la EHE-08 en el 39.5 y en el A19 3.1.7 del CE.

En la EHE-08 no se especifica la profundidad de la distribución rectangular en secciones de ancho variable.

Mientras que en el CE si la amplitud de la región sometida a compresión disminuye en la dirección de la fibra extrema de compresión, es necesario disminuir el valor de la fuerza de compresión en un 10%. Como se puede ver en la figura siguiente extraída del CE.

NOTA: Si el ancho de la zona comprimida desciende en la dirección de la fibra extrema de compresión, el valor de ηf_{cd} debe reducirse en un 10%.

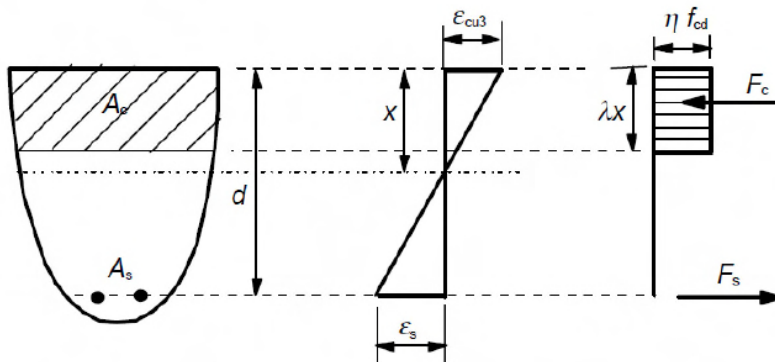


Figura A19.3.5 Diagrama rectangular de tensiones

Figura 32. Diagrama rectangular de tensiones en el CE.[2].

Esta es la única diferencia en este diagrama tensión-deformación del hormigón, el resto es idéntico entre los dos reglamentos.

3.2.3.4. Imperfecciones geométricas

Las imperfecciones geométricas en el CE vienen definidas en el Anejo 19, en el apartado 5.2 y también en el Anejo 21 donde se comentan ecuaciones más concretas para cuando existen estas imperfecciones en elementos que soportan compresión simple y en estructuras que soportan carga vertical. En los apartados de la normativa comentados anteriormente vienen varias consideraciones, cálculos y comprobaciones a tener en cuenta según el tipo de casuística que se tenga como pueden ser elementos aislados, sistemas arriostrados, elementos aislados con carga excéntrica o lateral, etc. En la Figura 33 se pueden ver algunos ejemplos de estas imperfecciones geométricas.

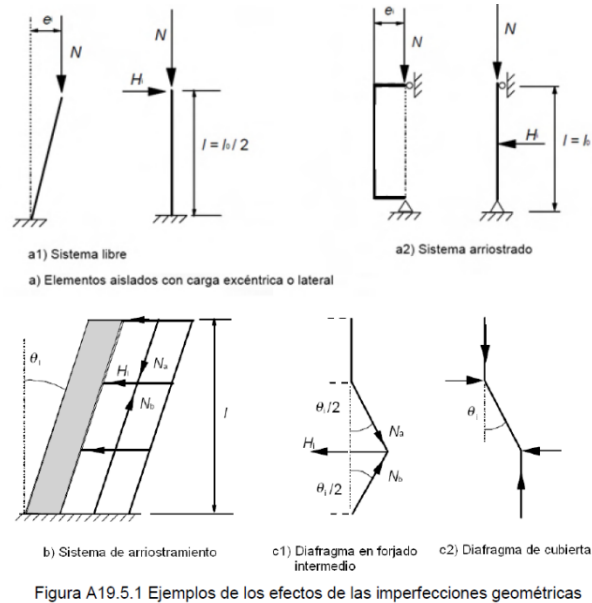


Figura 33. Ejemplo de los efectos de las imperfecciones geométricas en el CE.[2].

Por otro lado, en la EHE-08 las imperfecciones venían contempladas en el artículo 16.2, en el cual solo se indicaba que cuando estas imperfecciones existieran se tendrían en cuenta para la comprobación de como las acciones afectaban a la estructura.

Con lo que se puede determinar que, con la nueva norma, todos estos efectos están ahora mejor controlados y comprobados.

3.2.3.5. Ancho eficaz

En la EHE-08 el ancho eficaz venía definido en el apartado 18.2.1 donde no se proporcionaban métodos concisos en el articulado para el ancho eficaz.

Por otro lado, lo que viene explicado en el apartado anteriormente dicho es parecido a lo que se comenta en el CE, en el cual se indica que el ancho efectivo del ala en secciones en T determina sumando el ancho del nervio a una quinta parte de la distancia entre los puntos donde el momento es nulo, asegurándose de que no exceda el ancho real del ala. Pero ahora se ha incluido adicionalmente otra limitación con lo que ahora para vigas en T el b_{eff} (ancho eficaz del ala) se calcula con la ecuación (3).

$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w \leq b \quad (3)$$

Siendo:

$$b_{eff,i} = 0,2b_i + 0,1l_0 \leq 0,2l_0 \quad (4)$$

y

$$b_{eff,i} \leq b_i \quad (5)$$

En las siguientes figuras procedentes del CE se pueden ver a qué medida hace referencia cada incógnita.

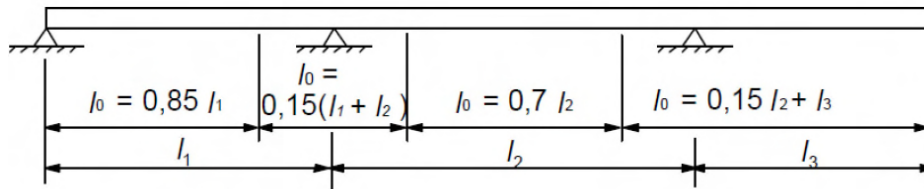


Figura A19.5.2 Definición de l_0 para el cálculo del ancho eficaz del ala

Figura 34. Definición de l_0 para el cálculo del ancho eficaz del ala en el CE.[2].

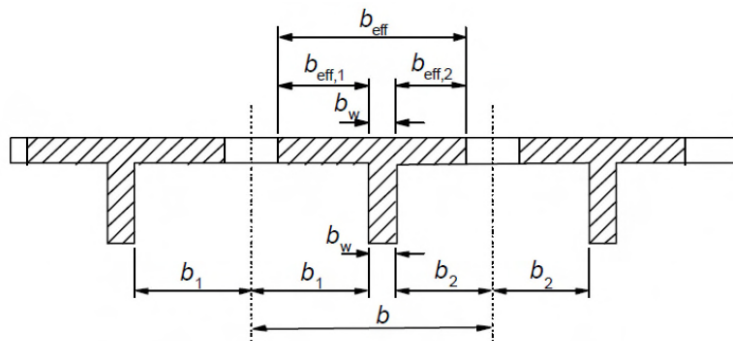


Figura A19.5.3 Parámetro del ancho eficaz del ala

Figura 35. Parámetro del ancho eficaz del ala en el CE.[2].

También comentar que, en el análisis elástico con redistribución limitada, se han modificado los límites máximos para la redistribución de momentos. Y también se incorporan pautas acerca de la ductilidad necesaria para llevar a cabo análisis plásticos fundamentados en la

profundidad de la fibra neutra de agotamiento sin dimensiones. Mientras que la normativa EHE-08 simplemente señalaba la necesidad de garantizar la ductilidad. En la Figura 36 se pueden ver las nuevas consideraciones para que sea aceptable la ductilidad requerida.

(2) Se considerará que se satisface la ductilidad requerida, sin comprobación alguna, si se cumplen las siguientes condiciones:

i) El área de la armadura de tracción se limita de forma que en cualquier sección:

$$x_u/d \leq 0,25 \text{ para } f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2$$

$$x_u/d \leq 0,15 \text{ para } f_{ck} \geq 55 \text{ N/mm}^2$$

ii) La armadura pasiva es tipo S o SD

iii) La relación de momentos en los apoyos intermedios respecto a los momentos en el vano se encuentran entre 0,5 y 2.

Figura 36. Consideraciones para que se pueda aceptar la ductilidad según el CE.[2].

3.2.3.6. Efectos de segundo orden con esfuerzo axial

Los efectos de segundo orden vienen definidos en el CE en el A19 5.8.2 y 5.8.3 y en la EHE-08 vienen determinados en el Artículo 43.1.

La esbeltez límite es un valor que, para esbelteces inferiores a este umbral, es posible no considerar los efectos de segundo orden en elementos individuales.

En la EHE-08 este valor se determinaba utilizando la expresión (6) para elementos aislados y la ecuación (7) para edificios complejos.

$$\lambda_{inf} = 35 \sqrt{\frac{C}{v} \left[1 + \frac{0,24}{e_2/h} + 3,4 \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \leq 100 \quad (6)$$

$$N_d \leq k_1 \frac{n}{n + 1,6} \frac{\sum El}{h^2} \quad (7)$$

Por otro lado, en el CE se establecen pautas para no considerar los efectos de segundo orden. En términos generales, esto ocurre cuando estos son menores al 10% de los efectos de primer orden. Además, se puede simplificar este proceso utilizando un límite de esbeltez para



elementos individuales con la ecuación (8) o un límite de rigidez para edificaciones completas con la expresión (9).

$$\lambda_{lim} = 20ABC/\sqrt{n} \quad (8)$$

$$F_{V,Ed} \leq k_1 \frac{n_s}{n_s + 1,6} \frac{\sum E_{cd} I_c}{L^2} \quad (9)$$

En la ecuación (8) el valor A varía según el coeficiente de fluencia que si no es conocido se toma como 0,7. El valor B es un factor que varía en función de la cantidad de armadura pasiva longitudinal y, en caso de desconocerse su valor, se considera como 1,1. C es un factor que está determinado por la relación de momentos y, si no tienes información al respecto, se considera como 0,7.

Las expresiones de las dos normativas para calcular la esbeltez límite son similares, pero en el apéndice H se han añadido consideraciones adicionales que antes no estaban.

Cuando los esfuerzos de segundo orden no se pueden despreciar hay varios métodos para determinar estos esfuerzos, la principal diferencia entre las dos normativas es que el método simplificado de la EHE ha sido eliminado, y ninguno de los métodos actuales incluye restricciones respecto a la esbeltez. Anteriormente, el método simplificado solo era aplicable a esbelteces menores de 100, mientras que el método general era válido para esbelteces menores de 200.

Por otra parte, en situaciones de flexión esviada, es factible realizar los análisis de manera independiente en ambos planos, siempre y cuando se cumplan ciertas condiciones, que ahora son más rigurosas que las establecidas por la EHE. Anteriormente, el límite era 1/4 y ahora es 0,2, y se han introducido restricciones adicionales a las esbelteces. Cuando se lleva a cabo la verificación combinada, anteriormente no se consideraba el exponente "a" en la expresión siguiente.

$$\left(\frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}}\right)^a + \left(\frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}}\right)^a \leq 1,0 \quad (10)$$

Por último, indicar que en la anterior normativa no había reglas para ignorar el efecto de la fluencia en el análisis de segundo orden y ahora en la nueva si se han determinado criterios para poder despreciarla, para ello se deben satisfacer las 3 consideraciones siguientes:



- $\varphi(\infty, t_0) \leq 2$
- $\lambda \leq 75$
- $M_{0Eqp}/N_{Ed} \geq h$

3.2.3.7. Estados Límite Últimos (ELU). Flexión simple o compuesta.

En la EHE-08 vienen definidos los ELU para flexión simple o compuesta en el artículo 43.5.1 y en el CE en el A19 6.1.

No se observan diferencias sustanciales en las verificaciones para flexión, ya sea simple o compuesta, excepto por la ausencia de restricciones en la deformación de la armadura de tracción cuando no se considera endurecimiento por deformación. Además, se ha eliminado el uso del diagrama de pivotes y los dominios de deformación. En el caso de elementos sometidos a compresión, anteriormente era necesario tener en cuenta una excentricidad mínima de $h/20$ o 2 cm, mientras que ahora se ha ajustado a $h/30$ o 20 mm, siendo "h" la altura de la pieza[8].

3.2.3.8. Estados Límite Últimos (ELU). Cortante.

En la EHE-08 vienen definidos los ELU para flexión simple o compuesta en el artículo 44.2 y en el CE en el A19 6.2.

Esta sección ha experimentado posiblemente los cambios más significativos, especialmente en su impacto en el diseño estructural.

En esencia, la contribución del hormigón para evaluar la resistencia a tracción del alma ha sido eliminada. También se han introducido modificaciones en la terminología y en algunas comprobaciones adicionales.

Se han definido tres resistencias a cortante:

V_{Rdc} : Resistencia a cortante de elementos sin armadura transversal, anteriormente conocida como V_{u2} .

V_{Rds} : Resistencia a cortante de elementos con armadura transversal, basada en la resistencia a tracción del alma, anteriormente también denominada V_{u2} .

V_{Rdmax} : Resistencia a cortante por compresión oblicua, previamente denominada V_{u1} .

En las diversas expresiones de la resistencia a cortante, se introduce un parámetro "bw", equivalente a "bo" en EHE-08. Sin embargo, a diferencia de antes, donde su valor se derivaba de un espesor mínimo en las tres cuartas partes más cercanas a la armadura traccionada, ahora varía en función de la comprobación específica realizada.

En el CE la resistencia de un elemento sin armadura de cortante viene definida por las expresiones siguientes:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c}k(100\rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1\sigma_{cp}] b_w d \quad (11)$$

Con un mínimo de:

$$V_{Rd,c} = [v_{min} + k_1\sigma_{cp}] b_w d \quad (12)$$

Siendo:

$$v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2} \quad (13)$$

Por otro lado, en la EHE-08 se definía con las siguientes ecuaciones:

$$V_{u2} = \left[\frac{0,18}{\gamma_c} \xi (100\rho_1 f_{cv})^{1/3} + 0,15\sigma'_{cd} \right] b_0 d \quad (14)$$

Con un mínimo de:

$$V_{u2} = \left[\frac{0,075}{\gamma_c} \xi^{3/2} f_{cv}^{1/2} + 0,15\sigma'_{cd} \right] b_0 d \quad (15)$$

La resistencia a cortante de elementos sin armadura transversal sigue siendo esencialmente la misma, o más precisamente, tiene expresiones muy similares, pero con una diferencia clave. En este caso, "bw" representa el espesor mínimo en la zona de tracción.

La restricción para la tensión de compresión en el esfuerzo axial o en elementos pretensados ahora está limitada a $0.2 f_{cd}$, en comparación con la limitación previa de $0.3 f_{cd}$ en la normativa EHE-08.

Lo más destacado es que el valor mínimo de cortante v_{min} ha disminuido considerablemente. Anteriormente era $0,075 / \gamma_c$, es decir, 0,05, y ahora es 0,035, lo que representa



una reducción del 30%. Esto implica que, en ciertos elementos poco reforzados, como algunas losas o muros, que antes no requerían armadura transversal, ahora podría ser necesaria.

Aunque la expresión de la resistencia a cortante de elementos no fisurados no ha cambiado, el valor de "bw" ahora se refiere al ancho de la sección en el eje baricéntrico, considerando, en su caso, la presencia de vainas de manera similar a la normativa EHE-08. Sin embargo, esta consideración debe ser verificada en diferentes ejes de la sección cuando su ancho varía con la altura.

En el CE la resistencia de un elemento con armadura de cortante viene definida por las expresiones siguientes:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} Z f_{ywd} \cot \theta \quad (16)$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f / (\cot \theta + \tan \theta) \quad (17)$$

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: $0,5 \leq \cot \theta \leq 2$

En la EHE-08 la resistencia de un elemento con armadura de cortante viene definida por las expresiones siguientes:

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su} \quad (18)$$

$$V_{cu} = \left[\frac{0,15}{\gamma_c} \xi (100 \rho_l f_{cv})^{1/3} + 0,15 \sigma'_{cd} \right] \beta b_0 d \quad (19)$$

$$V_{su} = z \operatorname{sen} \alpha (\cot g \alpha + \cot g \theta) \sum A_{\alpha} f_{y\alpha,d} \quad (20)$$

Con un mínimo de:

$$V_{u2} = \left[\frac{0,075}{\gamma_c} \xi^{3/2} f_{cv}^{1/2} + 0,15 \sigma'_{cd} \right] b_0 d \quad (21)$$

$$V_{u1} = K f_{1cd} b_0 d \frac{\cotg \theta + \cotg \alpha}{1 + \cotg^2 \theta} \quad (22)$$

Lo más destacado es la falta de participación del hormigón en la expresión, lo que anteriormente se denominaba V_{cu} . De esta manera, la resistencia a cortante ahora se refiere a lo que anteriormente se conocía como 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} .

Por otro lado, en cuanto a la sección empleada en la comprobación de cortante (la cual viene definida en la EHE-08 en el 44.2.3 y en el CE en el A19 6.2.3(5)), en el CE en áreas donde no hay discontinuidad en V_{Ed} (por ejemplo, en el caso de cargas uniformemente distribuidas en la parte superior), la armadura de cortante en una longitud elemental $l = Z \cos \theta$ puede determinarse utilizando el valor mínimo de V_{Ed} dentro de esa longitud. Mientras que en la EHE-08 la verificación de la compresión oblicua en el alma se lleva a cabo en el borde del apoyo en lugar de su eje. La comprobación relacionada con el agotamiento por tracción en el alma se realiza para una sección ubicada a una distancia equivalente a un canto útil desde el borde del apoyo.

La utilización de la norma A 19 6.2.3(5) para el cortante máximo de una viga con carga distribuida en la cara superior sugiere que se puede considerar como valor de V_{Ed} aquel ubicado a una distancia desde la cara del pilar que, en el caso de bielas a 45°, equivale al canto útil.

En cuanto al valor de la tensión del acero en la EHE-08 (40.2) se restringe la tensión de diseño de la armadura pasiva a 400 N/mm², a menos que se realice un análisis de compatibilidad detallado. Por otro lado, en el nuevo reglamento dependiendo del valor utilizado en el coeficiente v_1 , que reduce la resistencia del hormigón fisurado debido al efecto del cortante, la tensión máxima aplicada en la expresión (16) puede ser f_{yd} o $0,8f_{yd}$.

Si se emplea f_{yd} :

$$v_1 = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \quad (23)$$

con f_{ck} en N/mm²



Y si se emplea $0,8f_{yd}$:

$$v_1 = 0,6 \quad (24)$$

para $f_{ck} \leq 60\text{N/mm}^2$

$$v_1 = 0,9 - \frac{f_{ck}}{200} > 0,5 \quad (25)$$

para $f_{ck} > 60\text{N/mm}^2$

Esta modificación en la tensión del acero puede suponer que en casos donde la capacidad de la biela no limite el desempeño del elemento, podría ser ventajoso considerar una tensión más alta en el acero, incluso si esto implica reducir la resistencia del hormigón.

En cuanto a la armadura mínima de cortante, en la EHE-08 (44.2.3.4.1) se determina con la expresión (26) y en el CE (A19 9.2.2 (5)) se determina con la ecuación (27).

$$\sum \frac{A_\alpha f_{y\alpha,d}}{\text{sen } \alpha} \geq \frac{f_{ct,m}}{7,5} b_0 \quad (26)$$

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} \quad (27)$$

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

Por otro lado, en la EHE-08 la separación longitudinal máxima de armadura de cortante viene definida en el 44.2.3.4.1 y se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Si } V_{rd} \leq \frac{1}{5} v_{u1}$$

$$s_t \leq 0,75d(1 + \cotg \alpha) \leq 600\text{mm} \quad (28)$$

$$\text{Si } \frac{1}{5} v_{u1} < V_{rd} \leq \frac{2}{3} v_{u1}$$

$$s_t \leq 0,60d(1 + \cotg \alpha) \leq 450\text{mm} \quad (29)$$

$$\text{Y si } V_{rd} > \frac{2}{3} v_{u1}$$



$$s_t \leq 0,30d(1 + \cotg \alpha) \leq 300mm \quad (30)$$

Mientras que ahora en el nuevo reglamento viene definido en el A19 9.2.2 (6) y se determina con la expresión (31).

$$s_{t,max} = 0,75d(1 + \cot \alpha) \quad (31)$$

En conclusión, los requisitos de separación longitudinal son menos estrictos en comparación con la normativa EHE, especialmente cuando se trata de cortantes elevados

En otro lugar, en el CE la separación transversal máxima entre ramas verticales de armadura de cortante se calcula con la ecuación (32) y en la EHE-08 con las expresiones (33) y (34).

$$s_{t,max} = 0,75d < 600mm \quad (32)$$

$$s_{t,max} \leq d \leq 500mm \quad (33)$$

De armadura de cortante en vigas con cantos $d \leq 300mm$:

$$s_{t,max} \leq 2d \leq 350mm \quad (34)$$

Estas diferencias hacen que la separación máxima entre las ramas en dirección transversal es ligeramente menor que la especificada en la normativa EHE, y esto es crucial en el caso de vigas con dimensiones reducidas. En el caso de una viga con un canto de 30 cm, antes cumplía con los requisitos sin necesidad de armadura transversal vertical en el centro, pero ahora se requiere.

Por último, indicar que, se aplica también la restricción de compresión oblicua, la cual es casi idéntica a la establecida en la normativa EHE 08, con la única diferencia de que se ha reemplazado "d" por "z", que puede considerarse como 0.9d. En esta instancia, " b_w " representa el ancho mínimo entre los cordones de tracción y compresión.

3.2.3.9. Estados Límite Últimos (ELU). Esfuerzo rasante entre el alma y las alas

En la EHE-08 vienen definidos los ELU para el esfuerzo rasante entre el alma y las alas en el artículo 44.2.3.5 y en el CE en el A19 6.2.4.

En la Figura 37 se pueden ver los diferentes parámetros para la unión entre ala y alma en la nueva normativa.

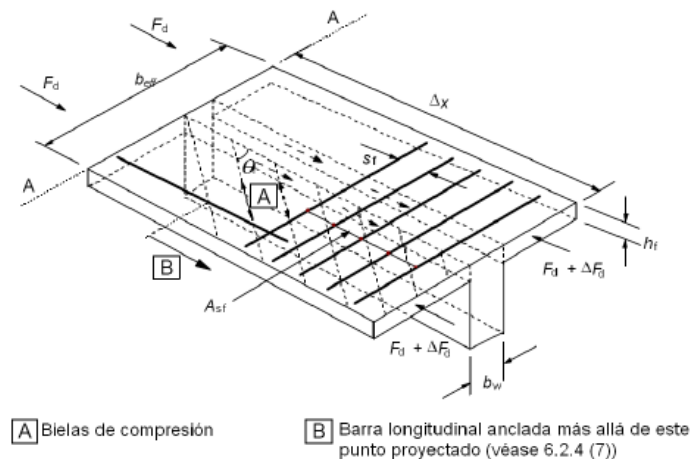


Figura A19.6.7 Notación para la conexión entre ala y alma

Figura 37. Notación para la conexión entre ala y alma según el CE.[2].

La verificación de la rasante es semejante en ambas normativas, excepto por pequeñas modificaciones en las longitudes máximas D_x que se pueden tener en cuenta para evaluar la rasante. En el mecanismo de bielas y tirantes utilizado por la normativa EHE-08, se establecía un ángulo de 45° para las bielas comprimidas, mientras que ahora se puede seleccionar en el rango de $26,5^\circ \leq \theta_f \leq 45^\circ$ para alas comprimidas y de $38,6^\circ \leq \theta_f \leq 45^\circ$ para alas traccionadas.

Las reglas para la cantidad de armadura necesaria en casos de combinación de rasante con flexión transversal han experimentado cambios. Ahora se debe colocar como mínimo la cantidad requerida para la rasante o la mitad de la necesaria para la rasante sumada a la de flexión, eligiendo la mayor de las dos.

3.2.3.10. Estados Límite Últimos (ELU). Torsión

En la EHE-08 vienen definidos los ELU para torsión en el artículo 45 y en el CE en el A19 6.3.



El único cambio en las comprobaciones a torsión es que cuando se tiene torsión combinada con cortante, ya no existe el coeficiente β en la comprobación de la condición de que no se realizan compresiones excesivas en el hormigón. En la formula (35) se puede ver cómo era la formula en la EHE-08 y en la (36) como se ha quedado ahora en la nueva normativa.

$$\left(\frac{T_d}{T_{u1}}\right)^\beta + \left(\frac{V_{rd}}{V_{u1}}\right)^\beta \leq 1 \quad (35)$$

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \leq 1,0 \quad (36)$$

3.2.3.11. Estados Limite Últimos (ELU). Punzonamiento.

En la EHE-08 vienen definidos los ELU para punzonamiento en el artículo 46 y en el CE en el A19 6.4.

La verificación de punzonamiento guarda similitudes con la normativa EHE-08, pero presenta notables novedades. Se definen secciones críticas perpendiculares al plano de la losa, con una anchura equivalente al canto útil medio de la losa (promedio del canto útil en ambas direcciones) y un desarrollo denominado perímetro crítico, que varía según la comprobación.

Al igual que en EHE-08, se realiza una primera verificación de la capacidad resistente de la losa sin armadura transversal, en un perímetro ubicado a 2 cantos útiles del contorno del pilar o área cargada. En caso de requerir armadura, se lleva a cabo una verificación en la sección más cercana al pilar o área cargada de la resistencia por compresión oblicua, y otra verificación de la capacidad resistente de la sección a 2 cantos útiles con la armadura dispuesta. En este último caso, dicha resistencia no puede superar 1.5 veces la resistencia sin armadura al cortante.

Esta restricción adicional no estaba presente en EHE-08 ni en el Eurocódigo 2. Se asemeja a una limitación establecida por el código ACI-318, aunque de manera más rigurosa. Finalmente, se debe determinar la zona donde es necesaria la armadura transversal, cuyo perímetro exterior se sitúa a 1,5 cantos útiles dentro de la sección crítica donde la resistencia sin armadura es mayor que el efecto de las cargas aplicadas. Anteriormente, esta distancia era de $2d$ y no tenía discontinuidades, en función de la separación transversal de la armadura.



Por otro lado, se añade un método general para calcular la influencia del momento transferido entre losa y soporte y se determina un coeficiente β que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga y se calcula con la expresión (37).

$$\beta = 1 + k \frac{M_{Ed} u_1}{V_{Ed} W_1} \quad (37)$$

En la EHE-08 si no había momento transferido, el valor de β era 1 y en el caso de que, si hubiera momento transferido, el coeficiente tomaba los siguientes valores:

- 1,15 en soportes interiores
- 1,40 en soportes de borde
- 1,50 en soportes de esquina

En la nueva normativa, es posible conservar dichos coeficientes simplificados siempre y cuando la estabilidad lateral no esté condicionada por el hecho de que la losa y los pilares funcionen como pórticos, y las luces de los vanos cercanos no difieran en más del 25%.

Otra diferencia entre las dos normativas es que, la resistencia mínima del hormigón sin armadura transversal en punzonamiento ahora tiene un valor de resistencia mínimo de 0,05 y ahora es de 0,035, similar al caso del cortante. En la siguiente expresión se puede ver como se calcula esta resistencia mínima.

$$v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2} \quad (38)$$

También se ha modificado la limitación de la tensión del acero, antes la resistencia de cálculo $f_{y\alpha,d}$ era 400MPa y ahora se determina esta resistencia con la expresión (39).

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0,25d \leq f_{ywd} \quad (39)$$

Con d en mm.

Este cambio ha influido en que por ejemplo en el caso de losas de escaso espesor, la resistencia de la armadura de cortante estará alrededor de los 300 MPa, siendo menor que la establecida en la EHE.

Otra modificación encontrada entre la EHE-08 y el CE, es que la resistencia máxima del nudo se ha visto modificada antes era 0,5 y ahora es 0,4 ha habido una disminución de la capacidad



máxima. En la ecuación (40) se puede ver como se calculaba con la EHE-08 esta resistencia y en la expresión (42) como se calcula con la nueva normativa.

$$\frac{f_{sd,ef}}{u_0 d} \leq 0,5 f_{1cd} \quad (40)$$

Con

$$f_{1cd} = 0,60 f_{cd} \quad (41)$$

$$V_{rd,máx} = 0,4 v f_{cd} \quad (42)$$

Con

$$v = 0,6(1 - f_{ck}/250) \quad (43)$$

3.2.3.12. Estados Límite Últimos (ELU). Bielas y Tirantes

En la EHE-08 vienen definidos los ELU para bielas y tirantes en el artículo 40 y en el CE en el A19 6.5.

En relación con los modelos de bielas y tirantes, las fundamentaciones teóricas y la aplicación de los modelos se mantienen, aunque hay algunas variaciones en las verificaciones. Los conceptos de bielas, tirantes y nudos conservan sus significados, pero se introducen cambios en las restricciones aplicadas.

Mientras que la EHE para las bielas definía hasta cinco situaciones diversas según el campo de tensiones y la fisuración transversal, en la normativa actual se distinguen únicamente dos posibilidades. Las que definían la anterior normativa son, bielas de hormigón en zonas con estados de compresión uniaxial, bielas de hormigón con fisuración oblicua o paralela a la biela, bielas de hormigón con armaduras comprimidas, bielas de hormigón confinado y bielas con interferencias de vainas con armaduras activas. Ahora las dos situaciones que hay en el CE son las siguientes:

- Tensión de compresión transversal o la inexistencia de tensiones en dirección transversal, en tal situación, la tensión en las bielas se encuentra restringida por la ecuación siguiente.

$$\sigma_{Rd,max} = f_{cd} \quad (44)$$

En la Figura 38 sacada del CE se puede ver esta tipología.

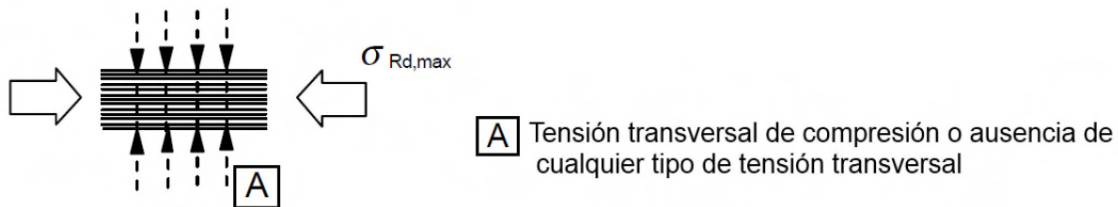


Figura A19.6.23 Resistencia de cálculo de las bielas de hormigón sin tracción transversal

Figura 38. Resistencia de cálculo de las bielas de hormigón sin tracción transversal según el CE.[2].

- Tensión de tracción transversal en las bielas limitada por la expresión (45).

$$\sigma_{Rd,max} = 0,6v' f_{cd} \quad (45)$$

Siendo v'

$$v' = 1 - f_{ck}/250 \quad (46)$$

En la Figura 39 sacada del CE se puede ver esta tipología.

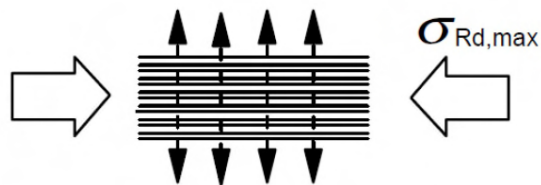


Figura A19.6.24 Resistencia de cálculo de las bielas de hormigón con tracción transversal

Figura 39. Resistencia de cálculo de las bielas de hormigón con tracción transversal según el CE.[2].

Para los tirantes su resistencia es parecida a la de las bielas.

En cuanto a los nudos, la normativa anterior (EHE) establecía una resistencia de f_{cd} para estados biaxiales de compresión, $3,3 f_{cd}$ para estados triaxiales de compresión y $0,7 f_{cd}$ si había tirantes anclados en el nudo.



Ahora, en los nodos sin tirantes, la tensión está limitada a $v' f_{cd}$, que es ligeramente inferior a f_{cd} . En los nodos con tirantes en una dirección, se limita a $0,85 v' f_{cd}$, generalmente un poco más alto que $0,7 f_{cd}$. Para los nodos con tirantes en dos direcciones, la limitación es de $0,75 v' f_{cd}$, mayor que $0,7 f_{cd}$. En nodos con compresión triaxial, la limitación puede llegar a $3 v' f_{cd}$, considerablemente menor que $3,3 f_{cd}$.

3.2.3.13. Estados Límite Últimos (ELU). Fatiga.

En la EHE-08 vienen definidos los ELU para fatiga en el artículo 48 y en el CE en el A19 6.8.

El artículo 48 de la normativa EHE-08 tenía una redacción más escueta, mientras que en la normativa actual se proporcionan directrices más detalladas para la aplicación del procedimiento de daño acumulado Palmgren-Miner o del daño equivalente. Además, se incluyen reglas específicas para la verificación del hormigón en condiciones de compresión o cortante.

En la nueva normase detalla lo siguiente:

- Condiciones de comprobación.
- Esfuerzos y tensiones para la comprobación en fatiga.
- Combinación de acciones.
- Procedimiento de comprobación para armaduras pasivas y activas.
- Comprobaciones utilizando el rango de tensiones de daño equivalente.
- Comprobación del hormigón sometido a compresión o a cortante.
- Y otras 3 comprobaciones más.

3.2.3.14. Estado límite de Servicio (ELS). Fisuración.

En la EHE-08 vienen definidos los ELU para fisuración en el artículo 49 y en el CE en el A19 7.3.

En la anterior normativa (EHE-08) no estaba determinada un área mínima de armadura en fisuración y ahora si la hay. En el A19 7.3.2 se determina esta área con la ecuación (47).

$$A_{s,min}\sigma_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} \quad (47)$$

Con:

$k=1$ para $h \leq 300$ mm o alas con anchos inferiores a 300 mm

$k=0,65$ para $h \geq 800$ mm o alas con anchos superiores a 800 mm

Interpolando para valores intermedios

$k_c = 0,4$ para flexión simple y secciones rectangulares de hormigón armado

Esta cantidad mínima de armadura se establece para supervisar indirectamente la fisuración. Su magnitud se determina según la edad en la que se pretenda supervisar $f_{ct,eff}$ y la tensión deseada para el acero en la fisura. En situaciones de flexión, los resultados son comparables a las normativas españolas previas.

Por otro lado, se ha introducido un método novedoso para asegurar que la fisuración no alcance niveles excesivos, prescindiendo del cálculo directo de la apertura de fisuras. Este método se basa en la colocación de una armadura mínima en la región traccionada, la cual debe cumplir con criterios específicos según las tablas de a continuación sacadas del CE.

Tabla A19.7.2 Diámetro máximo de las barras ϕ_s^* para el control de la fisuración¹

Tensión del acero ² [N/mm ²]	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	-

Figura 40. Tabla del diámetro máximo de las barras para el control de la fisuración en función de la tensión del acero y de la apertura de la fisura del CE.[2].

Tabla A19.7.3 Separación máxima de las barras para el control de la fisuración¹

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

Figura 41. Tabla de la separación máxima de las barras para el control de la fisuración en función de la tensión del acero y de la abertura de la fisura del CE.[2].

Siendo w_k la apertura de la fisura.

En estas tablas no están contempladas aperturas de fisures inferiores a 0,2mm con lo que para estos casos habrá que calcular dichas aperturas con la ecuación siguiente.

$$W_k = s_{r,max}(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \quad (48)$$

En la nueva normativa no se aplica una penalización al producto de la deformación ε por s con el coeficiente β igual a 1,7, que si se aplicaba en la EHE-08 como se puede ver en la expresión (49).

$$W_k = \beta s_m \varepsilon_{sm} \quad (49)$$

Como se ha podido ver, antes, la evaluación de la abertura de fisuras se fundamentaba en multiplicar la separación media entre fisuras por un alargamiento medio de la armadura. Ahora, se calcula utilizando la separación máxima entre fisuras y la diferencia entre la deformación del acero y el hormigón entre las fisuras.

Para entrar algo más en profundidad en lo anteriormente dicho. Antes el cálculo de la deformación relativa (ε_{sm}), se calculaba con la expresión (50) y ahora con el CE se calcula esta deformación ($\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$) con la formula (51).

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] \geq 0,4 \frac{\sigma_s}{E_s} \quad (50)$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - K_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} \quad (51)$$

Ambas formulaciones son parecidas, aunque con la distinción de que el cociente de tensiones en la EHE-08 se elevaba al cuadrado. La principal diferencia entre las dos expresiones radica en que el Código Estructural explicita el cálculo de $\sigma_{sr} = f_{ct}(1 + \alpha\rho)/\rho$, donde α es el coeficiente de equivalencia (E_s/E_c). Además, el Código Estructural incrementa el valor mínimo de la deformación relativa a 0,6 veces la deformación del acero en la fisura, en comparación con el valor anterior de 0,4.

Y, por último, la separación entre fisuras s_m en la EHE-08 se determinaba con la formula (52) y ahora $S_{r,max}$ se determina con la ecuación (53).

$$s_m = 2c + 0,2s + 0,4k_1 \frac{\phi A_{c,eficaz}}{A_s} \quad (52)$$

Siendo:

$$k_1 = 0,125$$

$$S_{r,max} = k_3c + k_1k_2k_4\phi/\rho_{p,eff} \quad (53)$$

Siendo:

$$k_1 = 0,8$$

$$k_2 = 0,5$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

Y para estructuras de hormigón armado, a flexión:

$$S_{r,max} = 3,4c + 0,17\phi/\rho \quad (54)$$

En la fórmula del Código Estructural, se elimina la influencia de la separación entre barras y se otorga mayor relevancia al recubrimiento (que incrementa la separación entre fisuras) y, de manera especial, a la cuantía de armadura (que reduce la separación entre fisuras).

3.2.3.15. Estado límite de Servicio (ELS). Deformación. Flechas.

En la EHE-08 vienen definidos los ELS para deformaciones y flechas en el artículo 50 y en el CE en el A19 7.4.

La nueva norma plantea límites diferentes para las deformaciones máximas e insta a consultar normativas específicas en esos límites, aunque sugiere seguir los de la norma ISO 4356.

En las dos siguientes imágenes, se pueden ver los valores de estos límites.

En la EHE-08:

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: $\rho = 1,5\%$	Elementos débilmente armados $\rho = 0,5\%$
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

¹ Un extremo se considera continuo si el momento correspondiente es igual o superior al 85% del momento de empotramiento perfecto.

² En losas unidireccionales, las esbelteces dadas se refieren a la luz menor.

³ En losas sobre apoyos aislados (pilares), las esbelteces dadas se refieren a la luz mayor.

Figura 42. Tabla de las relaciones L/d en vigas y losas de hormigón armado sometidos a flexión simple de la EHE-08[7].

En el CE:

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

Sistema estructural	K	Hormigón sometido a tensión elevada $\rho = 1,5\%$	Hormigón sometido a baja tensión $\rho = 0,5\%$
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

NOTA 1: Los valores indicados se han seleccionado para quedar, en general, del lado de la seguridad. Por ello, el cálculo puede indicar la posibilidad de utilizar elementos más esbeltos.

NOTA 2: Para losas bidireccionales, la comprobación deberá llevarse a cabo partiendo de la luz más pequeña. Para losas planas, se deberá tomar la mayor luz.

NOTA 3: Los límites indicados para losas planas corresponden a un límite menos severo que el establecido para la flecha obtenida en el centro del vano luz/250. La experiencia ha demostrado que esto resulta satisfactorio.

Figura 43. Tabla de las relaciones luz/canto útil para elementos de hormigón sin esfuerzo axial de compresión del CE[2].

En el Código Estructural desaparece una fila en el caso de losas bidireccionales, aunque los valores son casi idénticos.

Para el cálculo de las flechas, la ecuación que utilizaba la EHE-08 no es la misma que la que se utiliza ahora en el CE. La ecuación (55) es la correspondiente a la EHE-08 y la (56) es la correspondiente a la nueva normativa.

$$I_e = \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3 I_b + \left[1 - \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3\right] I_f \leq I_b \quad (55)$$

En M_f se utiliza resistencia media a flexotracción del hormigón.

$$\alpha = \zeta \alpha_{II} + (1 - \zeta) \alpha_I \quad (56)$$

Siendo:

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



- α representa el parámetro de deformación considerado, que puede adoptar formas como deformación, curvatura o giro (en una simplificación, α puede considerarse como una flecha).
- El cociente de tensiones se puede aproximar mediante el cociente de momentos, de manera similar a EHE-08.
- Es necesario emplear la resistencia a tracción f_{ct} .
- La resistencia a flexotracción solo se utiliza cuando se puede demostrar que no hay tracciones debidas a esfuerzos axiales.
- El método más preciso para evaluar las flechas, utilizando el método general, implica calcular la curvatura en numerosas secciones a lo largo de la estructura y, posteriormente, determinar la deformación mediante integración numérica.

En consecuencia, a este cambio de ecuación a la hora del cálculo de la flecha la modificación más significativa es que el CE sugiere una interpolación entre el estado bruto y fisurado (similar a la EHE-08) pero ahora aplicada a las propiedades de la sección. Anteriormente, la EHE-08 aplicaba esta interpolación solo a las inercias.

El enfoque propuesto por el CE es más amplio, pero implica un mayor esfuerzo en términos de cálculos. El CE posibilita la aplicación de esta interpolación también para las flechas, lo cual simplifica considerablemente el proceso de cálculo.

Para terminar, indicar también que la flecha por retracción no se contempla en el método simplificado de cálculo del CE y la flecha diferida ya no está directamente vinculada a la armadura de compresión, como se puede ver en la ecuación siguiente.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_0)} \quad (57)$$

3.2.3.16. Detalle de armado en vigas.

Las diferencias encontradas en el armado en vigas, en la EHE-08 viene definido en el artículo 42.3 y en el 44.2.3 y en el CE en el A19 9.2.1 y A19 9.2.2.

Ahora el CE proporciona una cuantía máxima de sección de la armadura de compresión o tracción que no puede ser superior a la ecuación (58) en las partes donde no haya solape.

$$A_{s,m\acute{a}x} = 0.04A_c \quad (58)$$

Antes la EHE-08 no tenía esta limitación, solo se determinaba la cuantía máxima en los pilares.

En cuanto a las cuantías mínimas, la EHE-08 las determinaba en una tabla y ahora hay artículos para cada elemento donde vienen determinada estas cuantías.

Otra de las cosas que se han añadido en esta nueva norma en el detalle de armado de las vigas, es que ahora se determina como ha de ser el reparto de la armadura superior, que antes no se comentaba como debía de ser. Ahora en los puntos de apoyo intermedios de las vigas continuas, se debe distribuir el área total de la armadura de tracción A_s de las secciones en T o en cajón sobre el ancho efectivo del ala. Es posible concentrar parte de esta armadura en el ancho del alma. En la Figura 44 se puede ver como quedarían dispuestas estas armaduras.

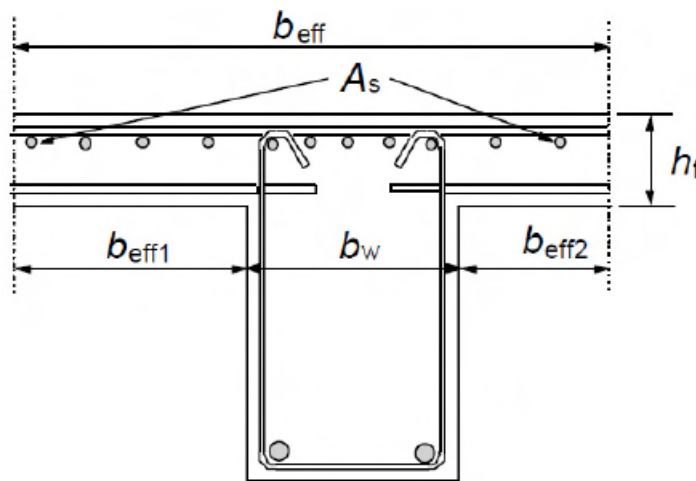


Figura A19.9.1 Disposición de la armadura de tracción en secciones en T o en cajón

Figura 44. Disposición de la armadura de tracción en secciones en T o en cajón según el CE[2].

Por otro lado, otras de las modificaciones que ha habido entre las dos normativas es sobre el anclaje de la armadura inferior en los apoyos extremos, cuya definición venía en la EHE-08 en el artículo 42.3.2 y en el CE en el A19 9.2.1.4. En la anterior normativa se determinaba la armadura inferior prolongada hasta los apoyos extremos como un tercio de la que fuera suficiente para aguantar el momento máximo positivo. Y ahora, teniendo en cuenta un empotramiento leve o nulo

las comprobaciones, tiene que ser por lo menos 0,25 de la cuantía de armado puesta en el vano y se define la fuerza de tracción que se debe unir con la siguiente expresión.

$$F_{Ed} = |V_{Ed}| * \frac{a_l}{z} + N_{Ed} \quad (59)$$

De la mano de la última modificación comentada, también ha habido diferencias entre las dos normas en cómo ha de ser el anclaje de la armadura inferior, pero vez de en los apoyos extremos, en los intermedios. Ahora en el CE se define el área de armado inferior en los apoyos intermedios como por lo menos un cuarto de la armadura colocada en el vano mientras que en la norma anterior iba en función del momento máximo positivo.

Otra de las diferencias encontradas en este apartado que se está analizando de detalle de armado de las vigas es en la formula del cálculo de la armadura mínima de cortante, en la ecuación (60) se puede ver como se calculaba antes con la EHE-08 y en la expresión (61) como se calcula en la nueva normativa. En conclusión, calculando con la actual ecuación se obtienen resultados similares que, con la anterior, pero un poco más bajos.

$$\sum \frac{A_{\alpha} f_{y\alpha,d}}{\text{sen } \alpha} \geq \frac{f_{ct,m}}{7,5} b_0 \quad (60)$$

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} \quad (61)$$

Por otro lado, en cuanto a la separación longitudinal y transversal máximas de la armadura de cortante también ha habido cambios. En cuanto a la longitudinal, en la EHE-08 se calculaba con las consideraciones que aparecen a continuación,

$$s_t \leq 0,75d(1 + \text{cotg } \alpha) \leq 600\text{mm si } V_{rd} \leq \frac{1}{5} v_{u1}$$

$$s_t \leq 0,60d(1 + \text{cotg } \alpha) \leq 450\text{mm si } \frac{1}{5} v_{u1} < V_{rd} \leq \frac{2}{3} v_{u1}$$

$$s_t \leq 0,30d(1 + \text{cotg } \alpha) \leq 300\text{mm si } V_{rd} > \frac{2}{3} v_{u1}$$

y en el CE se obtiene con la siguiente expresión.



$$s_{l,max} = 0,75d(1 + \cot \alpha) \quad (62)$$

En consecuencia, a este cambio el CE es menos restrictivo que en la anterior normativa sobre todo cuando se tienen cortantes altos. Y en cuanto a la separación transversal máxima entre ramas verticales, antes debía de ser de $d \leq 500\text{mm}$ y en vigas con canto de menos de 300mm de $2d \leq 350\text{mm}$ y ahora es $0,75d < 600\text{mm}$ lo que supone que esta separación sea algo menor y en el caso de vigas con menos canto determinante, ya que por ejemplo en una viga con un canto de 30cm, ahora es necesario poner una armadura transversal vertical en medio lo que aumenta la cuantía de acero en las vigas.

3.2.3.17. Detalle de armado en losas.

La principal diferencia en las losas en cuanto a su armado es que antes en la EHE-08 no estaban estas divididas en diferentes categorías y ahora en el CE se diferencian las losas macizas, según A19 9.3, que se encuentran sobre apoyos lineales y se detalla la disposición de la armadura de cortante. Y, por otro lado, en las losas planas, situadas sobre pilares y se indica la disposición de la armadura de punzonamiento, conforme a A19 9.4.

3.2.3.18. Detalle de armado en pilares.

Las principales diferencias encontradas en este apartado se encuentran en el artículo 42.3.3 y 54 de la EHE-08 y en el A19 9.5.2(3) y A19 9.5.2(4) del CE.

Por un lado, la determinación de la armadura máxima en los pilares ha sufrido una modificación, antes se determinaba con las dos expresiones siguientes,

$$A'_{s1} f_{yc,d} \leq 0,5 f_{cd} A_c \quad (63)$$

$$A'_{s2} f_{yc,d} \leq 0,5 f_{cd} A_c \quad (64)$$

Siendo:

- $f_{yc,d}$ Resistencia de cálculo del acero a compresión no mayor a 400N/mm²
- A_{s1} sección armadura de tracción
- A_{s2} sección armadura de compresión
- f_{cd} Resistencia de cálculo del hormigón en compresión



- A_c área de la sección total de hormigón

y ahora se indica en el CE que el área de la sección de armadura de tracción o de compresión no debe exceder fuera de las partes donde haya solape la siguiente expresión.

$$A_{s,max} = 0,04A_c \quad (65)$$

Y, por otro lado, otros de los cambios observados dentro de este apartado del estudio son en el número mínimo de barras y su dimensión mínima, donde ahora para pilares con una sección de forma poligonal, es necesario colocar al menos una barra en cada esquina. En el caso de pilares circulares, se debe garantizar que el número mínimo de barras longitudinales sea de cuatro. Y antes en pilares circulares el número de barras longitudinales mínimo no podía ser menor a 6 y los soportes que son hormigonados en obra debía tener un tamaño de por lo menos, igual o mayor a 25cm.

3.2.3.19. Detalle de armado en muro.

La diferencia encontrada en este apartado viene definida en la nueva norma en el A19 9.6 y en la antigua en el 42.3.5.

Ahora se especifica la cuantía mínima de armado vertical en estos elementos con la expresión y antes con la EHE-08 había que observar la tabla general de cuantías mínimas geométricas.

$$A_{s,v,min} = 0,002A_c \quad (66)$$

Y de esta cuantía se tiene que poner el 60% en la parte traccionada del muro.

3.2.3.20. Detalle de armado en cimentación

Una de las diferencias entre las dos normativas, es que ahora las cimentaciones profundas no están definidas en el CE.

Por otro lado, la determinación de la armadura principal de los encepados se realiza mediante análisis de resistencia, sin embargo, no se aborda específicamente la disposición de las armaduras secundarias de los encepados. Es importante señalar que ciertas referencias del Documento Básico de Seguridad Estructural (DBSE-C) del Código Técnico de la Edificación



(CTE) hacia la EHE-08 ya no tienen un equivalente directo en el Código Estructural (CE), especialmente en lo que respecta a las cimentaciones profundas, como los pilotes[1].

Aunque la EHE-08 ha sido derogada específicamente por el CE y ya no es un texto reglamentario, sigue siendo un documento técnico valioso y de referencia en la industria. Es relevante destacar que las remisiones del CTE DBSE-C a la EHE-08, en aspectos que no caen bajo el ámbito de aplicación del CE y, por lo tanto, no entran en conflicto con él, siguen siendo válidas. Estas referencias se mantienen como guías seguras y probadas, sin contradicciones con la normativa actual[1].

3.2.3.21. Detalle de armado en la armadura de atado.

La armadura de atado o de robustez, no estaba incluida en la EHE-08, pero ahora si lo está en la nueva normativa en el A19 9.10.1(1 y 2).

Las edificaciones que no estén planificadas para soportar situaciones accidentales necesitan incorporar un sistema de sujeción apropiado. Dicho sistema tiene la finalidad de evitar un agotamiento progresivo al ofrecer rutas alternativas para las cargas después de sufrir daños. Para cumplir con este requisito, se han establecido algunas directrices sencillas que se detallan a continuación:

- Se requiere la disposición de armaduras perimetrales como parte del sistema de atado.
- Además, es necesario instalar armaduras interiores para reforzar la capacidad de atado.
- Se deben colocar armaduras horizontales en pilares o muros como componente esencial del sistema de atado.



4. Conclusiones

Después de haberse realizado los dos tipos de estudios comparativos, uno estadístico y otro más en profundidad de las principales diferencias entre la EHE-08 y el CE, se ha llegado a las siguientes conclusiones.

Por un lado, en cuanto al análisis estadístico de las 37 estructuras, una vez analizados los resultados de los cálculos de las cuantías de acero obtenidas con una normativa y con otra, con el software antes comentado PowerBI, se ha podido observar que para un elemento como por ejemplo las vigas, hay algunas estructuras cuyas vigas necesitan más acero que antes y otras que necesitan menos que con la EHE-08 y esto ocurre porque al haber varias modificaciones substanciales tanto en métodos de cálculo, comprobaciones, limitaciones, etc, hace que estas cuantías puedan ser mayores respecto a la normativa anterior o menor. Ya que como se ha podido ver en el análisis en más en profundidad y que se comentará más adelante, hay algunas diferencias entre normativas que hacen que las cuantías de acero necesarias para un determinado elemento sean mayores con el nuevo CE que con la EHE-08 y pasa lo mismo, al contrario, que hay cambios que hacen que sea necesaria menos cantidad de acero ahora que antes.

Por ejemplo, en el caso de las vigas, la nueva separación transversal máxima entre ramas verticales, para algunos casos de vigas de pequeño canto ahora hace que sea necesario para algunas que se ponga una armadura vertical en medio de la misma, aumentando así la cuantía de acero necesaria para las misma, cosa que antes con la EHE-08 no hacía falta porque el valor de separación máxima era mayor al actual. Y, por otro lado, por ejemplo, en las vigas también la separación longitudinal máxima en armadura de cortante ahora es menos exigente que con la EHE-08 lo que ahora hace que haga falta menos cuantía de acero en algunos casos.

Todo esto hace que no se pueda determinar correctamente a nivel estadístico que parámetro de los incluidos en el análisis son los determinantes para que las cuantías aumenten o disminuyan. En la imagen siguiente se puede ver como para las vigas hay algunas estructuras que necesitan más cuantía de acero y otras que menos respecto a la antigua norma.

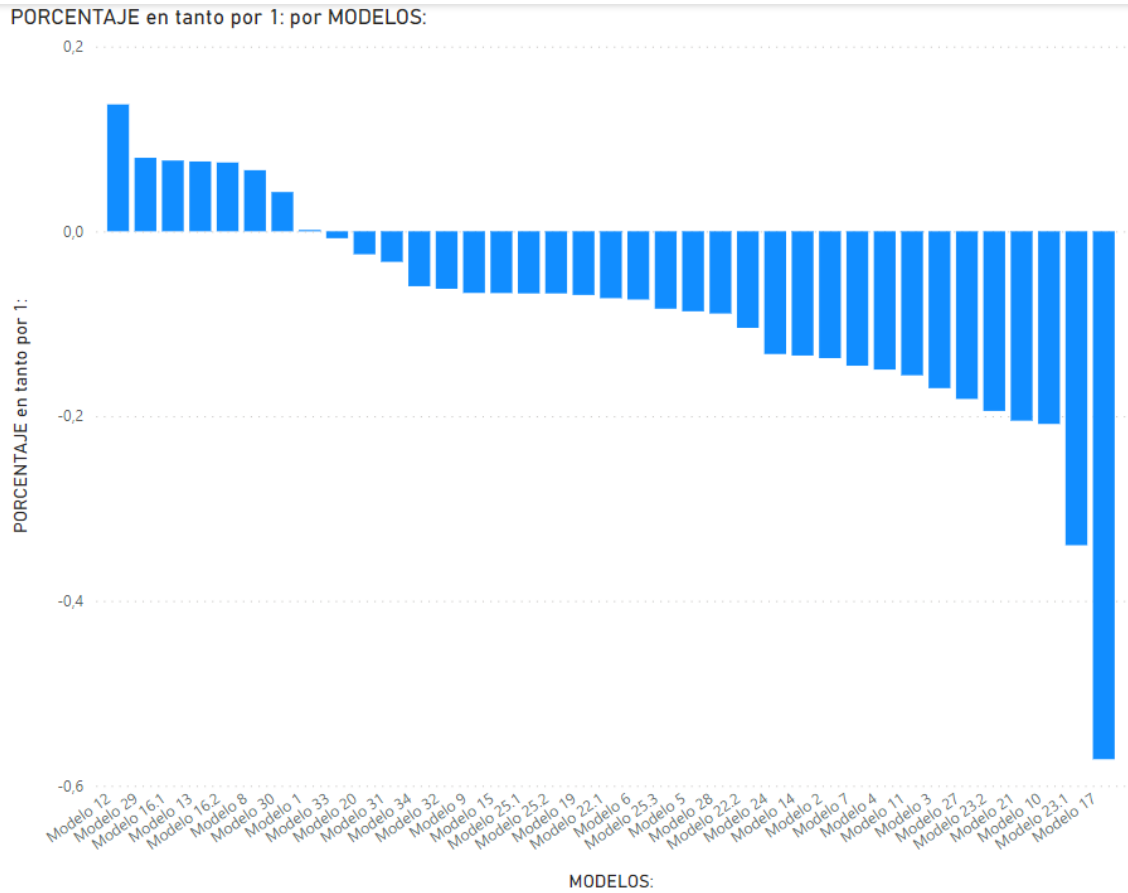


Figura 45. Diferencias de cuantías en tanto por 1 en las vigas respecto a la EHE-08.

A grosso modo se puede determinar que para la mayoría de estructuras analizadas en el caso de las vigas para la mayoría las cuantías, estas se han visto disminuidas entre un 20% y un 5%. En el apartado 3.1 del presente estudio se pueden observar las diferencias de cuantías a nivel estadístico de todos los elementos de las estructuras analizadas.

Para poder determinar con mayor exactitud a nivel estadísticos cuales son los cambios que hacen que las cuantías aumente o disminuyan, hubiera sido útil poder diferenciar dentro de las cuantías, cuantías de armado longitudinal, transversal, armadura de tracción, etc. Pero esto no ha sido posible ya que al intentar realizar esta división con el programa StruBIM Rebar, este no dejaba dividir la cuantía total en las diferentes cuantías que se quería y con el módulo CYPECAD de CYPE ha pasado lo mismo.

Todo lo indicado anteriormente pasa también para los siguientes elementos:



- Vigas.
- Muros de hormigón armado.
- Pilares
- Zapatas aisladas
- Zapatas corridas
- Vigas centradoras
- Vigas de atado

Sin embargo, para las losas de cimentación, forjado reticulares, forjados de viguetas y losas macizas, en todas ellas las cuantías de acero han subido respecto a la EHE-08. Estos casos se pueden ver en la Figura 11, Figura 12, Figura 13 y Figura 14. Este aumento de las cuantías necesarias de acero para estos elementos se debe entre otras muchas modificaciones a las diferencias que hay en las comprobaciones ELU a cortante como puede ser la nueva separación transversal entre barras que es más restrictiva o la no consideración de la contribución del hormigón frente a agotamiento por tracción.

Por otro lado, en el análisis más en profundidad, se ha podido determinar con mayor exactitud y determinación cuales son las diferencias más significativas entre las dos normativas, todas ellas están determinadas en el apartado 3.2 del presente estudio comparativo.

A continuación, se van a comentar las diferencias más significativas encontradas:

- Se introducen las estructuras mixtas de hormigón y acero.
- Integra los elementos más destacados de la normativa europea para el análisis de las estructuras, conforme a los métodos definidos en los Eurocódigos estructurales.
- Se designan nuevos tipos de exposiciones y ambientes, los cuales hacen que la resistencia característica mínima esperada para el hormigón cambie, al igual que pasa con los recubrimientos mínimos y con más comprobaciones y características.
- Se aconseja emplear una consistencia fluida (F) en lugar de blanda (B) en construcciones de edificaciones para elementos como pilares, techos y vigas



- Se observan modificaciones significativas en las comprobaciones de cortante y punzonamiento, mientras que hay escasas alteraciones en las comprobaciones de flexión y compresión.
- Se introduce un control de fisuración sin necesidad de cálculos, estableciendo límites en los diámetros de la armadura. Y para el análisis de la abertura de la fisura, ya no se tiene en cuenta el coeficiente β .
- En cuanto a las comprobaciones a cortante como se ha comentado antes hay modificaciones significativas como puede ser:
 - La distancia máxima transversal entre ramas es un poco menor en comparación con la normativa EHE y resulta crucial, especialmente en el caso de vigas con un canto reducido.
 - El valor mínimo de la resistencia de un elemento sin armadura de cortante en la EHE-08 es un 40% mayor que en el CE.
 - Ahora en la EHE-08, en la verificación de la sección contra el agotamiento por tracción en el alma, no se tiene en cuenta la aportación del hormigón, únicamente se considera la contribución del acero.
- También se han visto también pequeñas diferencias en los efectos de segundo orden como en la esbeltez límite que permite poder despreciar los efectos de segundo orden en elementos aislados.
- Y en las comprobaciones por punzonamiento donde la distancia del perímetro exterior de la zona antes era de $2d$ y ahora de $1,5d$. Siendo “ d ” el canto útil.



Referencias

- [1] M. y A. Urbana. España. Ministerio de Transportes y Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja., *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)*. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Centro de Publicaciones, 2022.
- [2] «Código Estructural | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana». Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.mitma.gob.es/organos-colegiados/comision-permanente-de-estructuras-de-acero/cpa/codigo-estructural>
- [3] «BOE-A-2021-13681 Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.» Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-13681
- [4] J. Á. Pérez Benedicto y D. Ostáriz Falo, «Presentacion_jornadas_Nuevo_Codigo-Estructural-CGATE».
- [5] D. Ostáriz Falo, «Guia-Equivalencia-Articulos-Codigo-Estructural».
- [6] Á. García, M. Francisco, M. Cabré, J. Carlos, y A. Portero, «Hormigón armado».
- [7] «EHE 08 versión en castellano | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana». Accedido: 11 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.mitma.gob.es/organos-colegiados/mas-organos-colegiados/comision-permanente-del-hormigon/cph/instrucciones/ehe-08-version-en-castellano>
- [8] Cype, «CÓDIGO ESTRUCTURAL Versión 2022.c Entrada en vigor».



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ANEXO I: % DIFERENCIA CUANTÍAS Y CÓDIGOS ESTRUCTURAS

Estructura 1:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 1	Losas de cimentación:	3,37%
Modelo 1	Forjados reticulares:	3,13%
Modelo 1	Forjados de viguetas:	
Modelo 1	Losas macizas:	1,07%
Modelo 1	Vigas:	0,15%
Modelo 1	Muros de hormigón armado:	-0,97%
Modelo 1	Pilares:	21,36%
Modelo 1	Escaleras	
Modelo 1	Zapatas aisladas	
Modelo 1	Zapatas corridas	
Modelo 1	Encepados	
Modelo 1	Vigas centradoras	
Modelo 1	Vigas de atado	
Modelo 1	Total cimentación	
Modelo 1	Total sin cimentación:	6,94%
Modelo 1	Índices sin cimentación (por m²):	6,93%

Figura 46. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 1.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 1	Tipo de OBRA	C
Modelo 1	PENDIENTE del terreno	2
Modelo 1	AGUA SUBTERRANEA	3S/S
Modelo 1	CIMENTACIONES	C2
Modelo 1	CIMENTACIONES	D2
Modelo 1	Código 5	0
Modelo 1	Código 6	B
Modelo 1	Código 7	A1
Modelo 1	Código 8	2
Modelo 1	Código 9	P1
Modelo 1	Código 10	2
Modelo 1	Código 11	B
Modelo 1	Código 12	B2
Modelo 1	Código 12	B4
Modelo 1	Código 13	C
Modelo 1	Plantas bajo rasante	1
Modelo 1	Plantas sobre rasante	7
Modelo 1	Superficie construida bajo rasante	2.700,00
Modelo 1	Superficie construida sobre rasante	9.593,18

Figura 47. Códigos de la Estructura 1.

Estructura 2:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 2	Losas de cimentación:	1,27%
Modelo 2	Forjados reticulares:	3,57%
Modelo 2	Forjados de viguetas:	
Modelo 2	Losas macizas:	0,89%
Modelo 2	Vigas:	-13,72%
Modelo 2	Muros de hormigón armado:	0,00%
Modelo 2	Pilares:	38,74%
Modelo 2	Escaleras	
Modelo 2	Zapatas aisladas	
Modelo 2	Zapatas corridas	
Modelo 2	Encepados	
Modelo 2	Vigas centradoras	
Modelo 2	Vigas de atado	
Modelo 2	Total cimentación	
Modelo 2	Total sin cimentación:	4,33%
Modelo 2	Índices sin cimentación (por m²):	4,36%

Figura 48. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 2.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 2	Código 1	B
Modelo 2	Código 2	0
Modelo 2	Código 3	4N
Modelo 2	Código 4	B3
Modelo 2	Código 5	0
Modelo 2	Código 6	B
Modelo 2	Código 7	A0
Modelo 2	Código 8	1
Modelo 2	Código 9	P1
Modelo 2	Código 10	1
Modelo 2	Código 11	A
Modelo 2	Código 12	A1
Modelo 2	Código 12	B2
Modelo 2	Código 13	C
Modelo 2	Plantas bajo rasante	1
Modelo 2	Plantas sobre rasante	3
Modelo 2	Superficie construida bajo rasante	490,51
Modelo 2	Superficie construida sobre rasante	1467,3

Figura 49. Códigos de la Estructura 2.

Estructura 3:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 3	Losas de cimentación:	1,18%
Modelo 3	Forjados reticulares:	2,73%
Modelo 3	Forjados de viguetas:	
Modelo 3	Losas macizas:	0,26%
Modelo 3	Vigas:	-16,97%
Modelo 3	Muros de hormigón armado:	0,00%
Modelo 3	Pilares:	4,29%
Modelo 3	Escaleras	
Modelo 3	Zapatas aisladas	
Modelo 3	Zapatas corridas	
Modelo 3	Encepados	
Modelo 3	Vigas centradoras	
Modelo 3	Vigas de atado	
Modelo 3	Total cimentación	
Modelo 3	Total sin cimentación:	-1,93%
Modelo 3	Índices sin cimentación (por m²):	-1,94%

Figura 50. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 3.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 3	Código 1	A
Modelo 3	Código 2	4
Modelo 3	Código 3	0N
Modelo 3	Código 4	B3
Modelo 3	Código 5	0
Modelo 3	Código 6	B
Modelo 3	Código 7	A0
Modelo 3	Código 8	1
Modelo 3	Código 9	P2
Modelo 3	Código 10	0
Modelo 3	Código 11	B
Modelo 3	Código 12	B1
Modelo 3	Código 12	B3
Modelo 3	Código 13	C
Modelo 3	Plantas bajo rasante	1
Modelo 3	Plantas sobre rasante	2
Modelo 3	Superficie construida bajo rasante	155,23
Modelo 3	Superficie construida sobre rasante	129,62

Figura 51. Códigos de la Estructura 3.

Estructura 4:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 4	Losas de cimentación:	1,37%
Modelo 4	Forjados reticulares:	2,37%
Modelo 4	Forjados de viguetas:	16,67%
Modelo 4	Losas macizas:	1,29%
Modelo 4	Vigas:	-14,96%
Modelo 4	Muros de hormigón armado:	2,80%
Modelo 4	Pilares:	-25,52%
Modelo 4	Escaleras	
Modelo 4	Zapatas aisladas	
Modelo 4	Zapatas corridas	
Modelo 4	Encepados	
Modelo 4	Vigas centradoras	
Modelo 4	Vigas de atado	
Modelo 4	Total cimentación	
Modelo 4	Total sin cimentación:	-6,53%
Modelo 4	Índices sin cimentación (por m²):	-6,52%

Figura 52. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 4.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 4	Código 1	C
Modelo 4	Código 2	0
Modelo 4	Código 3	0N/N
Modelo 4	Código 4	B3
Modelo 4	Código 5	0
Modelo 4	Código 6	B
Modelo 4	Código 7	A0
Modelo 4	Código 8	1
Modelo 4	Código 9	P2
Modelo 4	Código 10	1
Modelo 4	Código 11	A
Modelo 4	Código 12	A1
Modelo 4	Código 12	B1
Modelo 4	Código 13	E
Modelo 4	Plantas bajo rasante	0
Modelo 4	Plantas sobre rasante	4
Modelo 4	Superficie construida bajo rasante	0
Modelo 4	Superficie construida sobre rasante	895,9

Figura 53. Códigos de la Estructura 4.

Estructura 5:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 5	Losas de cimentación:	
Modelo 5	Forjados reticulares:	1,71%
Modelo 5	Forjados de viguetas:	
Modelo 5	Losas macizas:	0,79%
Modelo 5	Vigas:	-8,66%
Modelo 5	Muros de hormigón armado:	-4,87%
Modelo 5	Pilares:	-16,05%
Modelo 5	Escaleras	
Modelo 5	Zapatas aisladas	
Modelo 5	Zapatas corridas	
Modelo 5	Encepados	
Modelo 5	Vigas centradoras	
Modelo 5	Vigas de atado	
Modelo 5	Total cimentación	
Modelo 5	Total sin cimentación:	-4,72%
Modelo 5	Índices sin cimentación (por m²):	-4,70%

Figura 54. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 5.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 5	Código 1	C
Modelo 5	Código 2	0
Modelo 5	Código 3	3S/N
Modelo 5	Código 4	D2
Modelo 5	Código 4	F3
Modelo 5	Código 4	B1
Modelo 5	Código 5	0
Modelo 5	Código 6	B1
Modelo 5	Código 7	A3
Modelo 5	Código 8	2
Modelo 5	Código 9	P2
Modelo 5	Código 10	3
Modelo 5	Código 11	D
Modelo 5	Código 12	B1
Modelo 5	Código 12	B3
Modelo 5	Código 13	B
Modelo 5	Plantas bajo rasante	3
Modelo 5	Plantas sobre rasante	20
Modelo 5	Superficie construida bajo rasante	18.143,81
Modelo 5	Superficie construida sobre rasante	53.689,04

Figura 55. Códigos de la Estructura 5.

Estructura 6:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 6	Losas de cimentación:	
Modelo 6	Forjados reticulares:	2,00%
Modelo 6	Forjados de viguetas:	
Modelo 6	Losas macizas:	0,89%
Modelo 6	Vigas:	-7,38%
Modelo 6	Muros de hormigón armado:	-11,37%
Modelo 6	Pilares:	-15,66%
Modelo 6	Escaleras	
Modelo 6	Zapatas aisladas	
Modelo 6	Zapatas corridas	
Modelo 6	Encepados	
Modelo 6	Vigas centradoras	
Modelo 6	Vigas de atado	
Modelo 6	Total cimentación	
Modelo 6	Total sin cimentación:	-4,86%
Modelo 6	Índices sin cimentación (por m²):	-4,85%

Figura 56. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 6.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 6	Código 1	C
Modelo 6	Código 2	0
Modelo 6	Código 3	3S/N
Modelo 6	Código 4	D2
Modelo 6	Código 4	F3
Modelo 6	Código 4	B1
Modelo 6	Código 5	0
Modelo 6	Código 6	B1
Modelo 6	Código 7	A3
Modelo 6	Código 8	2
Modelo 6	Código 9	P2
Modelo 6	Código 10	3
Modelo 6	Código 11	D2
Modelo 6	Código 12	B1
Modelo 6	Código 12	B3
Modelo 6	Código 13	B
Modelo 6	Plantas bajo rasante	3
Modelo 6	Plantas sobre rasante	20
Modelo 6	Superficie construida bajo rasante	18.143,81
Modelo 6	Superficie construida sobre rasante	53.689,04

Figura 57. Códigos de la Estructura 6.

Estructura 7:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 7	Losas de cimentación:	0,45%
Modelo 7	Forjados reticulares:	2,72%
Modelo 7	Forjados de viguetas:	
Modelo 7	Losas macizas:	0,45%
Modelo 7	Vigas:	-14,55%
Modelo 7	Muros de hormigón armado:	-0,13%
Modelo 7	Pilares:	19,27%
Modelo 7	Escaleras	
Modelo 7	Zapatas aisladas	
Modelo 7	Zapatas corridas	
Modelo 7	Encepados	
Modelo 7	Vigas centradoras	
Modelo 7	Vigas de atado	
Modelo 7	Total cimentación	
Modelo 7	Total sin cimentación:	0,23%
Modelo 7	Índices sin cimentación (por m²):	0,22%

Figura 58. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 7.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 7	Código 1	A
Modelo 7	Código 2	2
Modelo 7	Código 3	0N
Modelo 7	Código 4	B3
Modelo 7	Código 5	T*
Modelo 7	Código 6	B3
Modelo 7	Código 7	A0
Modelo 7	Código 8	1
Modelo 7	Código 9	P2
Modelo 7	Código 10	1
Modelo 7	Código 11	B
Modelo 7	Código 12	B1
Modelo 7	Código 12	B2
Modelo 7	Código 13	C
Modelo 7	Plantas bajo rasante	1
Modelo 7	Plantas sobre rasante	3
Modelo 7	Superficie construida bajo rasante	525,24
Modelo 7	Superficie construida sobre rasante	529,27

Figura 59. Códigos de la Estructura 7.

Estructura 8:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 8	Losas de cimentación:	
Modelo 8	Forjados reticulares:	
Modelo 8	Forjados de viguetas:	
Modelo 8	Losas macizas:	0,17%
Modelo 8	Vigas:	6,61%
Modelo 8	Muros de hormigón armado:	-5,43%
Modelo 8	Pilares:	4,85%
Modelo 8	Escaleras	
Modelo 8	Zapatas aisladas	-13,16%
Modelo 8	Zapatas corridas	-28,68%
Modelo 8	Encepados	
Modelo 8	Vigas centradoras	
Modelo 8	Vigas de atado	
Modelo 8	Total cimentación	-28,58%
Modelo 8	Total sin cimentación:	-1,94%
Modelo 8	Índices sin cimentación (por m²):	1,80%

Figura 60. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 8.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 8	Código 1	E
Modelo 8	Código 2	2
Modelo 8	Código 3	0N
Modelo 8	Código 4	A2
Modelo 8	Código 5	0
Modelo 8	Código 6	B
Modelo 8	Código 7	A1
Modelo 8	Código 8	A
Modelo 8	Código 9	P2
Modelo 8	Código 10	3
Modelo 8	Código 11	B
Modelo 8	Código 12	B3
Modelo 8	Código 13	B
Modelo 8	Plantas bajo rasante	0
Modelo 8	Plantas sobre rasante	2
Modelo 8	Superficie construida bajo rasante	251,31
Modelo 8	Superficie construida sobre rasante	1.276,02

Figura 61. Códigos de la Estructura 8.

Estructura 9:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 9	Losas de cimentación:	1,09%
Modelo 9	Forjados reticulares:	6,61%
Modelo 9	Forjados de viguetas:	15,71%
Modelo 9	Losas macizas:	1,95%
Modelo 9	Vigas:	-6,67%
Modelo 9	Muros de hormigón armado:	-4,52%
Modelo 9	Pilares:	19,99%
Modelo 9	Escaleras	
Modelo 9	Zapatas aisladas	
Modelo 9	Zapatas corridas	
Modelo 9	Encepados	
Modelo 9	Vigas centradoras	
Modelo 9	Vigas de atado	
Modelo 9	Total cimentación	
Modelo 9	Total sin cimentación:	4,26%
Modelo 9	Índices sin cimentación (por m²):	4,28%

Figura 62. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 9.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 9	Código 1	C
Modelo 9	Código 2	0
Modelo 9	Código 3	4/N
Modelo 9	Código 4	B3
Modelo 9	Código 5	0
Modelo 9	Código 6	A
Modelo 9	Código 6	B
Modelo 9	Código 7	A1
Modelo 9	Código 8	0
Modelo 9	Código 9	P1
Modelo 9	Código 10	2
Modelo 9	Código 11	B
Modelo 9	Código 12	B1
Modelo 9	Código 12	BE
Modelo 9	Código 13	E
Modelo 9	Plantas bajo rasante	0
Modelo 9	Plantas sobre rasante	4
Modelo 9	Superficie construida bajo rasante	
Modelo 9	Superficie construida sobre rasante	838,39

Figura 63. Códigos de la Estructura 9.

Estructura 10:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 10	Losas de cimentación:	
Modelo 10	Forjados reticulares:	2,12%
Modelo 10	Forjados de viguetas:	
Modelo 10	Losas macizas:	0,16%
Modelo 10	Vigas:	-20,85%
Modelo 10	Muros de hormigón armado:	-0,34%
Modelo 10	Pilares:	19,24%
Modelo 10	Escaleras	
Modelo 10	Zapatas aisladas	
Modelo 10	Zapatas corridas	
Modelo 10	Encepados	0,15%
Modelo 10	Vigas centradoras	
Modelo 10	Vigas de atado	
Modelo 10	Total cimentación	0,15%
Modelo 10	Total sin cimentación:	-2,07%
Modelo 10	Índices sin cimentación (por m ²):	-2,08%

Figura 64. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 10.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 10	Código 1	A
Modelo 10	Código 2	4
Modelo 10	Código 3	4N/N
Modelo 10	Código 4	D2
Modelo 10	Código 5	0
Modelo 10	Código 6	B
Modelo 10	Código 7	A0
Modelo 10	Código 8	1
Modelo 10	Código 9	P2
Modelo 10	Código 10	2
Modelo 10	Código 11	B
Modelo 10	Código 12	B2
Modelo 10	Código 12	B4
Modelo 10	Código 13	C
Modelo 10	Plantas bajo rasante	1
Modelo 10	Plantas sobre rasante	2
Modelo 10	Superficie construida bajo rasante	284,30
Modelo 10	Superficie construida sobre rasante	430,80

Figura 65. Códigos de la Estructura 10.

Estructura 11:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 11	Losas de cimentación:	1,07%
Modelo 11	Forjados reticulares:	5,31%
Modelo 11	Forjados de viguetas:	
Modelo 11	Losas macizas:	1,65%
Modelo 11	Vigas:	-15,59%
Modelo 11	Muros de hormigón armado:	
Modelo 11	Pilares:	29,71%
Modelo 11	Escaleras	
Modelo 11	Zapatas aisladas	
Modelo 11	Zapatas corridas	
Modelo 11	Encepados	
Modelo 11	Vigas centradoras	
Modelo 11	Vigas de atado	
Modelo 11	Total cimentación	
Modelo 11	Total sin cimentación:	1,66%
Modelo 11	Índices sin cimentación (por m ²):	1,66%

Figura 66. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 11.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 11	Código 1	C
Modelo 11	Código 2	0
Modelo 11	Código 3	4S/N
Modelo 11	Código 4	B3
Modelo 11	Código 5	0
Modelo 11	Código 6	B
Modelo 11	Código 6	H
Modelo 11	Código 7	A1
Modelo 11	Código 8	0
Modelo 11	Código 9	P1
Modelo 11	Código 10	1
Modelo 11	Código 11	A
Modelo 11	Código 12	A1
Modelo 11	Código 12	B2
Modelo 11	Código 12	B3
Modelo 11	Código 13	E
Modelo 11	Plantas bajo rasante	0
Modelo 11	Plantas sobre rasante	4
Modelo 11	Superficie construida bajo rasante	
Modelo 11	Superficie construida sobre rasante	1.200,57

Figura 67. Códigos de la Estructura 11.

Estructura 12:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 12	Losas de cimentación:	
Modelo 12	Forjados reticulares:	0,66%
Modelo 12	Forjados de viguetas:	11,32%
Modelo 12	Losas macizas:	
Modelo 12	Vigas:	13,73%
Modelo 12	Muros de hormigón armado:	
Modelo 12	Pilares:	0,00%
Modelo 12	Escaleras	
Modelo 12	Zapatas aisladas	18,21%
Modelo 12	Zapatas corridas	
Modelo 12	Encepados	
Modelo 12	Vigas centradoras	
Modelo 12	Vigas de atado	4,84%
Modelo 12	Total cimentación	10,91%
Modelo 12	Total sin cimentación:	4,22%
Modelo 12	Índices sin cimentación (por m²):	4,18%

Figura 68. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 12.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 12	Código 1	A
Modelo 12	Código 2	2
Modelo 12	Código 3	4/N
Modelo 12	Código 4	A1
Modelo 12	Código 5	0
Modelo 12	Código 6	B
Modelo 12	Código 7	A0
Modelo 12	Código 8	1
Modelo 12	Código 9	P2
Modelo 12	Código 10	1
Modelo 12	Código 11	B
Modelo 12	Código 12	B2
Modelo 12	Código 12	B4
Modelo 12	Código 13	E
Modelo 12	Plantas bajo rasante	0
Modelo 12	Plantas sobre rasante	2
Modelo 12	Superficie construida bajo rasante	
Modelo 12	Superficie construida sobre rasante	830,98

Figura 69. Códigos de la Estructura 12.



Estructura 13:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 13	Losas de cimentación:	
Modelo 13	Forjados reticulares:	1,07%
Modelo 13	Forjados de viguetas:	16,84%
Modelo 13	Losas macizas:	
Modelo 13	Vigas:	7,56%
Modelo 13	Muros de hormigón armado:	
Modelo 13	Pilares:	2,02%
Modelo 13	Escaleras:	
Modelo 13	Zapatas aisladas:	17,31%
Modelo 13	Zapatas corridas:	
Modelo 13	Encepados:	
Modelo 13	Vigas centradoras:	
Modelo 13	Vigas de atado:	6,78%
Modelo 13	Total cimentación:	11,71%
Modelo 13	Total sin cimentación:	3,44%
Modelo 13	Índices sin cimentación (por m ²):	3,44%

Figura 70. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 13.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 13	Código 1	A
Modelo 13	Código 2	2
Modelo 13	Código 3	4/N
Modelo 13	Código 4	A1
Modelo 13	Código 5	0
Modelo 13	Código 6	B
Modelo 13	Código 7	A0
Modelo 13	Código 8	1
Modelo 13	Código 9	P2
Modelo 13	Código 10	1
Modelo 13	Código 11	B
Modelo 13	Código 12	B2
Modelo 13	Código 12	B4
Modelo 13	Código 13	E
Modelo 13	ntas bajo rasa	0
Modelo 13	ntas sobre rasa	2
Modelo 13	Superficie construida bajo rasante	
Modelo 13	Superficie construida sobre rasante	830,98

Figura 71. Códigos de la Estructura 13.

Estructura 14:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 14	Losas de cimentación:	2,12%
Modelo 14	Forjados reticulares:	2,15%
Modelo 14	Forjados de viguetas:	
Modelo 14	Losas macizas:	1,22%
Modelo 14	Vigas:	-13,45%
Modelo 14	Muros de hormigón armado:	0,00%
Modelo 14	Pilares:	26,98%
Modelo 14	Escaleras	0,00%
Modelo 14	Zapatas aisladas	
Modelo 14	Zapatas corridas	
Modelo 14	Encepados	
Modelo 14	Vigas centradoras	
Modelo 14	Vigas de atado	
Modelo 14	Total cimentación	
Modelo 14	Total sin cimentación:	3,13%
Modelo 14	Índices sin cimentación (por m²):	3,13%

Figura 72. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 14.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 14	Código 1	C
Modelo 14	Código 2	0
Modelo 14	Código 3	35/N
Modelo 14	Código 4	B3
Modelo 14	Código 4	F2
Modelo 14	Código 5	0
Modelo 14	Código 6	B
Modelo 14	Código 6	H
Modelo 14	Código 7	A1
Modelo 14	Código 8	2
Modelo 14	Código 9	P2
Modelo 14	Código 10	1
Modelo 14	Código 11	B
Modelo 14	Código 12	B1
Modelo 14	Código 12	B2
Modelo 14	Código 13	D
Modelo 14	Plantas bajo rasante	3
Modelo 14	Plantas sobre rasante	5
Modelo 14	Superficie construida bajo rasante	1.630,10
Modelo 14	Superficie construida sobre rasante	1.125,57

Figura 73. Códigos de la Estructura 14.

Estructura 15:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 15	Losas de cimentación(enTS C):	0,23%
Modelo 15	Forjados reticulares:	4,12%
Modelo 15	Forjados de viguetas:	
Modelo 15	Losas macizas:	
Modelo 15	Vigas:	-6,68%
Modelo 15	Muros de hormigón armado:	
Modelo 15	Pilares:	
Modelo 15	Escaleras	
Modelo 15	Zapatas aisladas	
Modelo 15	Zapatas corridas	
Modelo 15	Encepados	
Modelo 15	Vigas centradoras	
Modelo 15	Vigas de atado	
Modelo 15	Total cimentación	
Modelo 15	Total sin cimentación:	0,50%
Modelo 15	Índices sin cimentación (por m²):	0,48%

Figura 74. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 15.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 15	Código 1	A
Modelo 15	Código 2	3
Modelo 15	Código 3	0N
Modelo 15	Código 4	B3
Modelo 15	Código 5	0
Modelo 15	Código 6	A
Modelo 15	Código 6	B
Modelo 15	Código 7	A0
Modelo 15	Código 8	0
Modelo 15	Código 9	P1
Modelo 15	Código 10	0
Modelo 15	Código 11	B
Modelo 15	Código 12	B4
Modelo 15	Código 13	E
Modelo 15	Plantas bajo rasante	0
Modelo 15	Plantas sobre rasante	3
Modelo 15	Superficie construida bajo rasante	
Modelo 15	Superficie construida sobre rasante	202,5

Figura 75. Códigos de la Estructura 15.

Estructura 16.1:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 16.1	Losas de cimentación:	
Modelo 16.1	Forjados reticulares:	
Modelo 16.1	Forjados de viguetas:	
Modelo 16.1	Losas macizas:	0,77%
Modelo 16.1	Vigas:	7,66%
Modelo 16.1	Muros de hormigón armado:	-9,87%
Modelo 16.1	Pilares:	31,85%
Modelo 16.1	Escaleras	
Modelo 16.1	Zapatas aisladas	
Modelo 16.1	Zapatas corridas	-63,62%
Modelo 16.1	Encepados	
Modelo 16.1	Vigas centradoras	
Modelo 16.1	Vigas de atado	
Modelo 16.1	Total cimentación	-63,62%
Modelo 16.1	Total sin cimentación:	5,97%
Modelo 16.1	Índices sin cimentación (por m²):	6,47%

Figura 76. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 16.1.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 16.1	Código 1	C
Modelo 16.1	Código 2	0
Modelo 16.1	Código 3	0N
Modelo 16.1	Código 4	A4
Modelo 16.1	Código 5	0
Modelo 16.1	Código 6	B
Modelo 16.1	Código 7	A2
Modelo 16.1	Código 8	2
Modelo 16.1	Código 9	P1
Modelo 16.1	Código 10	2
Modelo 16.1	Código 11	D
Modelo 16.1	Código 12	B2
Modelo 16.1	Código 13	C
Modelo 16.1	Código 13	D
Modelo 16.1	Plantas bajo rasante	2
Modelo 16.1	Plantas sobre rasante	8
Modelo 16.1	Superficie construida bajo rasante	5455,88
Modelo 16.1	Superficie construida sobre rasante	17824,66

Figura 77. Códigos de la Estructura 16.1.

Estructura 16.2:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 16.2	Losas de cimentación:	
Modelo 16.2	Forjados reticulares:	
Modelo 16.2	Forjados de viguetas:	
Modelo 16.2	Losas macizas:	0,74%
Modelo 16.2	Vigas:	7,45%
Modelo 16.2	Muros de hormigón armado:	-7,11%
Modelo 16.2	Pilares:	31,77%
Modelo 16.2	Escaleras	
Modelo 16.2	Zapatas aisladas	
Modelo 16.2	Zapatas corridas	-60,10%
Modelo 16.2	Encepados	
Modelo 16.2	Vigas centradoras	
Modelo 16.2	Vigas de atado	
Modelo 16.2	Total cimentación	-60,10%
Modelo 16.2	Total sin cimentación:	6,11%
Modelo 16.2	Índices sin cimentación (por m²):	6,40%

Figura 78. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 16.2.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 16.2	Código 1	C
Modelo 16.2	Código 2	0
Modelo 16.2	Código 3	0N
Modelo 16.2	Código 4	A4
Modelo 16.2	Código 5	0
Modelo 16.2	Código 6	B
Modelo 16.2	Código 7	A2
Modelo 16.2	Código 8	2
Modelo 16.2	Código 9	P1
Modelo 16.2	Código 10	2
Modelo 16.2	Código 11	D
Modelo 16.2	Código 12	B2
Modelo 16.2	Código 13	C
Modelo 16.2	Código 13	D
Modelo 16.2	Plantas bajo rasante	2
Modelo 16.2	Plantas sobre rasante	8
Modelo 16.2	Superficie construida bajo rasante	5455,88
Modelo 16.2	Superficie construida sobre rasante	17824,66

Figura 79. Códigos de la Estructura 16.2.



Estructura 17:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 17	Losas de cimentación:	
Modelo 17	Forjados reticulares:	
Modelo 17	Forjados de viguetas:	
Modelo 17	Losas macizas:	0,58%
Modelo 17	Vigas:	-57,14%
Modelo 17	Muros de hormigón armado:	0,00%
Modelo 17	Pilares:	15,82%
Modelo 17	Escaleras	
Modelo 17	Zapatas aisladas	
Modelo 17	Zapatas corridas	
Modelo 17	Encepados	
Modelo 17	Vigas centradoras	
Modelo 17	Vigas de atado	
Modelo 17	Total cimentación	
Modelo 17	Total sin cimentación:	-0,99%
Modelo 17	Índices sin cimentación (por m²):	-0,97%

Figura 80. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 17.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 17	Código 1	C
Modelo 17	Código 2	0
Modelo 17	Código 3	3S
Modelo 17	Código 4	A4
Modelo 17	Código 4	C0
Modelo 17	Código 4	D2
Modelo 17	Código 4	F1
Modelo 17	Código 5	0
Modelo 17	Código 6	B
Modelo 17	Código 7	A2
Modelo 17	Código 8	3
Modelo 17	Código 9	P2
Modelo 17	Código 10	2
Modelo 17	Código 11	D
Modelo 17	Código 12	B4
Modelo 17	Código 13	B
Modelo 17	Código 13	D
Modelo 17	Plantas bajo rasante	3
Modelo 17	Plantas sobre rasante	9
Modelo 17	Superficie construida bajo rasante	6.619,41
Modelo 17	Superficie construida sobre rasante	13.736,47

Figura 81. Códigos de la Estructura 17.

Estructura 19:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 19	Losas de cimentación:	0,86%
Modelo 19	Forjados reticulares:	
Modelo 19	Forjados de viguetas:	
Modelo 19	Losas macizas:	0,99%
Modelo 19	Vigas:	-6,88%
Modelo 19	Muros de hormigón armado:	0,00%
Modelo 19	Pilares:	-27,83%
Modelo 19	Escaleras	
Modelo 19	Zapatas aisladas	
Modelo 19	Zapatas corridas	
Modelo 19	Encepados	
Modelo 19	Vigas centradoras	
Modelo 19	Vigas de atado	
Modelo 19	Total cimentación	
Modelo 19	Total sin cimentación:	-3,61%
Modelo 19	Índices sin cimentación (por m²):	-3,63%

Figura 82. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 19.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 19	Código 1	C
Modelo 19	Código 2	0
Modelo 19	Código 3	4N
Modelo 19	Código 4	B3
Modelo 19	Código 5	0
Modelo 19	Código 6	B3
Modelo 19	Código 7	A1
Modelo 19	Código 8	2
Modelo 19	Código 9	P2
Modelo 19	Código 10	2
Modelo 19	Código 11	D
Modelo 19	Código 12	B2
Modelo 19	Código 13	A
Modelo 19	Plantas bajo rasante	2
Modelo 19	Plantas sobre rasante	8
Modelo 19	Superficie construida bajo rasante	4.254,57
Modelo 19	Superficie construida sobre rasante	10.349,64

Figura 83. Códigos de la Estructura 19.

Estructura 20:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 20	Losas de cimentación:	8,83%
Modelo 20	Forjados reticulares:	5,58%
Modelo 20	Forjados de viguetas:	
Modelo 20	Losas macizas:	0,11%
Modelo 20	Vigas:	-2,49%
Modelo 20	Muros de hormigón armado:	-2,17%
Modelo 20	Pilares:	25,00%
Modelo 20	Escaleras	
Modelo 20	Zapatas aisladas	
Modelo 20	Zapatas corridas	
Modelo 20	Encepados	
Modelo 20	Vigas centradoras	
Modelo 20	Vigas de atado	
Modelo 20	Total cimentación	
Modelo 20	Total sin cimentación:	6,52%
Modelo 20	Índices sin cimentación (por m²):	6,51%

Figura 84. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 20.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 20	Código 1	C
Modelo 20	Código 2	0
Modelo 20	Código 3	4NAA
Modelo 20	Código 3	4NAT
Modelo 20	Código 4	B3
Modelo 20	Código 5	0
Modelo 20	Código 6	B3
Modelo 20	Código 7	A1
Modelo 20	Código 8	2
Modelo 20	Código 9	P2
Modelo 20	Código 10	2
Modelo 20	Código 11	A
Modelo 20	Código 11	B
Modelo 20	Código 12	B2
Modelo 20	Código 12	B4
Modelo 20	Código 13	C
Modelo 20	Código 13	D
Modelo 20	ntas bajo rasa	2
Modelo 20	ntas sobre rasa	7
Modelo 20	Superficie construida bajo rasante	17.050,35
Modelo 20	Superficie construida sobre rasante	7.206,36

Figura 85. Códigos de la Estructura 20.

Estructura 21:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 21	Losas de cimentación:	2,07%
Modelo 21	Forjados reticulares:	1,64%
Modelo 21	Forjados de viguetas:	
Modelo 21	Losas macizas:	0,56%
Modelo 21	Vigas:	-20,49%
Modelo 21	Muros de hormigón armado:	6,43%
Modelo 21	Pilares:	-27,29%
Modelo 21	Escaleras	
Modelo 21	Zapatas aisladas	
Modelo 21	Zapatas corridas	
Modelo 21	Encepados	
Modelo 21	Vigas centradoras	
Modelo 21	Vigas de atado	
Modelo 21	Total cimentación	
Modelo 21	Total sin cimentación:	-6,57%
Modelo 21	Índices sin cimentación (por m²):	-6,55%

Figura 86. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 21.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 21	Código 1	C
Modelo 21	Código 2	0
Modelo 21	Código 3	AS
Modelo 21	Código 4	B3
Modelo 21	Código 5	0
Modelo 21	Código 6	B
Modelo 21	Código 7	A1
Modelo 21	Código 8	1
Modelo 21	Código 9	P1
Modelo 21	Código 10	2
Modelo 21	Código 11	A
Modelo 21	Código 11	B
Modelo 21	Código 12	B1
Modelo 21	Código 12	B4
Modelo 21	Código 13	C
Modelo 21	Plantas bajo rasante	1
Modelo 21	Plantas sobre rasante	5
Modelo 21	Superficie construida bajo rasante	3.220,69
Modelo 21	Superficie construida sobre rasante	8.407,19

Figura 87. Códigos de la Estructura 21.

Estructura 22.1:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 22.1	Losas de cimentación:	
Modelo 22.1	Forjados reticulares:	1,89%
Modelo 22.1	Forjados de viguetas:	5,29%
Modelo 22.1	Losas macizas:	0,33%
Modelo 22.1	Vigas:	-7,24%
Modelo 22.1	Muros de hormigón armado:	0,00%
Modelo 22.1	Pilares:	12,12%
Modelo 22.1	Escaleras	
Modelo 22.1	Zapatas aisladas	1,54%
Modelo 22.1	Zapatas corridas	18,97%
Modelo 22.1	Encepados	
Modelo 22.1	Vigas centradoras	-30,23%
Modelo 22.1	Vigas de atado	-56,24%
Modelo 22.1	Total cimentación	-5,13%
Modelo 22.1	Total sin cimentación:	0,86%
Modelo 22.1	Índices sin cimentación (por m²):	0,88%

Figura 88. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 22.1.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 22.1	Código 1	A
Modelo 22.1	Código 2	1
Modelo 22.1	Código 3	0N
Modelo 22.1	Código 4	A3
Modelo 22.1	Código 5	0
Modelo 22.1	Código 6	B
Modelo 22.1	Código 6	H
Modelo 22.1	Código 7	A0
Modelo 22.1	Código 8	1
Modelo 22.1	Código 9	P1
Modelo 22.1	Código 10	1
Modelo 22.1	Código 11	B
Modelo 22.1	Código 12	A1
Modelo 22.1	Código 12	B1
Modelo 22.1	Código 12	B3
Modelo 22.1	Código 13	C
Modelo 22.1	Plantas bajo rasante	1
Modelo 22.1	Plantas sobre rasante	2
Modelo 22.1	Superficie construida bajo rasante	230,43
Modelo 22.1	Superficie construida sobre rasante	414,80

Figura 89. Códigos de la Estructura 22.1.

Estructura 22.2:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 22.2	Losas de cimentación:	
Modelo 22.2	Forjados reticulares:	2,33%
Modelo 22.2	Forjados de viguetas:	10,74%
Modelo 22.2	Losas macizas:	0,44%
Modelo 22.2	Vigas:	-10,45%
Modelo 22.2	Muros de hormigón armado:	0,00%
Modelo 22.2	Pilares:	-2,25%
Modelo 22.2	Escaleras	
Modelo 22.2	Zapatas aisladas	8,07%
Modelo 22.2	Zapatas corridas	32,70%
Modelo 22.2	Encepados	
Modelo 22.2	Vigas centradoras	-20,52%
Modelo 22.2	Vigas de atado	-55,27%
Modelo 22.2	Total cimentación	-4,07%
Modelo 22.2	Total sin cimentación:	-0,64%
Modelo 22.2	Índices sin cimentación (por m²):	-0,54%

Figura 90. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 22.2.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 22.2	Código 1	A
Modelo 22.2	Código 2	2
Modelo 22.2	Código 3	0N
Modelo 22.2	Código 4	A3
Modelo 22.2	Código 4	C0
Modelo 22.2	Código 5	0
Modelo 22.2	Código 6	B
Modelo 22.2	Código 7	A0
Modelo 22.2	Código 8	1
Modelo 22.2	Código 9	P2
Modelo 22.2	Código 10	2
Modelo 22.2	Código 11	B
Modelo 22.2	Código 12	B1
Modelo 22.2	Código 12	B3
Modelo 22.2	Código 13	C
Modelo 22.2	Plantas bajo rasante	1
Modelo 22.2	Plantas sobre rasante	2
Modelo 22.2	Superficie construida bajo rasante	213,70
Modelo 22.2	Superficie construida sobre rasante	429,50

Figura 91. Códigos de la Estructura 22.2.

Estructura 23.1:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 23.1	Losas de cimentación:	
Modelo 23.1	Forjados reticulares:	0,78%
Modelo 23.1	Forjados de viguetas:	
Modelo 23.1	Losas macizas:	0,59%
Modelo 23.1	Vigas:	-33,98%
Modelo 23.1	Muros de hormigón armado:	0,00%
Modelo 23.1	Pilares:	-45,52%
Modelo 23.1	Escaleras	
Modelo 23.1	Zapatas aisladas	-14,75%
Modelo 23.1	Zapatas corridas	
Modelo 23.1	Encepados	
Modelo 23.1	Vigas centradoras	
Modelo 23.1	Vigas de atado	
Modelo 23.1	Total cimentación	-14,75%
Modelo 23.1	Total sin cimentación:	-9,92%
Modelo 23.1	Índices sin cimentación (por m²):	-9,91%

Figura 92. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 23.1.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 23.1	Código 1	A
Modelo 23.1	Código 2	2*
Modelo 23.1	Código 3	0N
Modelo 23.1	Código 4	D*1*
Modelo 23.1	Código 5	0
Modelo 23.1	Código 6	B
Modelo 23.1	Código 7	A0
Modelo 23.1	Código 8	0
Modelo 23.1	Código 8	1
Modelo 23.1	Código 9	P1
Modelo 23.1	Código 10	3
Modelo 23.1	Código 11	B
Modelo 23.1	Código 12	B1
Modelo 23.1	Código 13	C
Modelo 23.1	Plantas bajo rasante	2
Modelo 23.1	Plantas sobre rasante	2
Modelo 23.1	Superficie construida bajo rasante	611,77
Modelo 23.1	Superficie construida sobre rasante	6.315,18

Figura 93. Códigos de la Estructura 23.1.

Estructura 23.2:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 23.2	Losas de cimentación:	
Modelo 23.2	Forjados reticulares:	2,46%
Modelo 23.2	Forjados de viguetas:	
Modelo 23.2	Losas macizas:	0,23%
Modelo 23.2	Vigas:	-19,44%
Modelo 23.2	Muros de hormigón armado:	-3,01%
Modelo 23.2	Pilares:	6,62%
Modelo 23.2	Escaleras	
Modelo 23.2	Zapatas aisladas	
Modelo 23.2	Zapatas corridas	-36,48%
Modelo 23.2	Encepados	2,90%
Modelo 23.2	Vigas centradoras	
Modelo 23.2	Vigas de atado	
Modelo 23.2	Total cimentación	-27,98%
Modelo 23.2	Total sin cimentación:	-1,79%
Modelo 23.2	Índices sin cimentación (por m²):	0,22%

Figura 94. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 23.2.

MODELOS:	CÓDIGOS:	ALOR CÓDIGO:
Modelo 23.2	Código 1	A
Modelo 23.2	Código 2	2*
Modelo 23.2	Código 3	0N
Modelo 23.2	Código 4	D*1*
Modelo 23.2	Código 5	0
Modelo 23.2	Código 6	B
Modelo 23.2	Código 7	A0
Modelo 23.2	Código 8	0
Modelo 23.2	Código 8	1
Modelo 23.2	Código 9	P1
Modelo 23.2	Código 10	3
Modelo 23.2	Código 11	B
Modelo 23.2	Código 12	B1
Modelo 23.2	Código 13	C
Modelo 23.2	ntas bajo rasa	2
Modelo 23.2	ntas sobre rasa	2
Modelo 23.2	Superficie construida bajo rasante	611,77
Modelo 23.2	Superficie construida sobre rasante	6.315,18

Figura 95. Códigos de la Estructura 23.2.

Estructura 24:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 24	Losas de cimentación:	1,43%
Modelo 24	Forjados reticulares:	3,11%
Modelo 24	Forjados de viguetas:	
Modelo 24	Losas macizas:	0,18%
Modelo 24	Vigas:	-13,28%
Modelo 24	Muros de hormigón armado:	0,00%
Modelo 24	Pilares:	9,76%
Modelo 24	Escaleras	
Modelo 24	Zapatas aisladas	
Modelo 24	Zapatas corridas	
Modelo 24	Encepados	
Modelo 24	Vigas centradoras	
Modelo 24	Vigas de atado	
Modelo 24	Total cimentación	
Modelo 24	Total sin cimentación:	0,48%
Modelo 24	Índices sin cimentación (por m²):	0,50%

Figura 96. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 24.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 24	Código 1	C
Modelo 24	Código 2	0
Modelo 24	Código 3	4N
Modelo 24	Código 4	B3
Modelo 24	Código 5	0
Modelo 24	Código 6	B3
Modelo 24	Código 7	A0
Modelo 24	Código 8	1
Modelo 24	Código 9	P2
Modelo 24	Código 10	2
Modelo 24	Código 11	B
Modelo 24	Código 12	B2
Modelo 24	Código 13	C
Modelo 24	Plantas bajo rasante	1
Modelo 24	Plantas sobre rasante	3
Modelo 24	Superficie construida bajo rasante	7.379,08
Modelo 24	Superficie construida sobre rasante	17.092,68

Figura 97. Códigos de la Estructura 24.

Estructura 25.1:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 25.1	Losas de cimentación:	1,51%
Modelo 25.1	Forjados reticulares:	2,18%
Modelo 25.1	Forjados de viguetas:	
Modelo 25.1	Losas macizas:	0,89%
Modelo 25.1	Vigas:	-6,72%
Modelo 25.1	Muros de hormigón armado:	-34,85%
Modelo 25.1	Pilares:	-36,87%
Modelo 25.1	Escaleras	
Modelo 25.1	Zapatas aisladas	
Modelo 25.1	Zapatas corridas	
Modelo 25.1	Encepados	
Modelo 25.1	Vigas centradoras	
Modelo 25.1	Vigas de atado	
Modelo 25.1	Total cimentación	
Modelo 25.1	Total sin cimentación:	-10,62%
Modelo 25.1	Índices sin cimentación (por m²):	-10,62%

Figura 98. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 25.1.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 25.1	Código 1	A
Modelo 25.1	Código 2	0
Modelo 25.1	Código 3	0N
Modelo 25.1	Código 4	B3
Modelo 25.1	Código 5	0
Modelo 25.1	Código 6	B
Modelo 25.1	Código 7	A1
Modelo 25.1	Código 8	1
Modelo 25.1	Código 9	P2
Modelo 25.1	Código 10	2
Modelo 25.1	Código 11	B
Modelo 25.1	Código 12	B2
Modelo 25.1	Código 13	A
Modelo 25.1	Plantas bajo rasante	1
Modelo 25.1	Plantas sobre rasante	5
Modelo 25.1	Superficie construida bajo rasante	1.596,29
Modelo 25.1	Superficie construida sobre rasante	3.756,09

Figura 99. Códigos de la Estructura 25.1.

Estructura 25.2:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 25.2	Losas de cimentación:	1,51%
Modelo 25.2	Forjados reticulares:	2,18%
Modelo 25.2	Forjados de viguetas:	
Modelo 25.2	Losas macizas:	0,89%
Modelo 25.2	Vigas:	-6,72%
Modelo 25.2	Muros de hormigón armado:	-34,85%
Modelo 25.2	Pilares:	-36,87%
Modelo 25.2	Escaleras	
Modelo 25.2	Zapatas aisladas	
Modelo 25.2	Zapatas corridas	
Modelo 25.2	Encepados	
Modelo 25.2	Vigas centradoras	
Modelo 25.2	Vigas de atado	
Modelo 25.2	Total cimentación	
Modelo 25.2	Total sin cimentación:	-10,62%
Modelo 25.2	Índices sin cimentación (por m²):	-10,62%

Figura 100. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 25.2.

MODELOS:	CÓDIGOS:	ALOR CÓDIGO:
Modelo 25.2	Código 1	A
Modelo 25.2	Código 2	0
Modelo 25.2	Código 3	0N
Modelo 25.2	Código 4	B3
Modelo 25.2	Código 5	0
Modelo 25.2	Código 6	B
Modelo 25.2	Código 7	A1
Modelo 25.2	Código 8	1
Modelo 25.2	Código 9	P2
Modelo 25.2	Código 10	2
Modelo 25.2	Código 11	B
Modelo 25.2	Código 12	B2
Modelo 25.2	Código 13	A
Modelo 25.2	ntas bajo rasa	1
Modelo 25.2	ntas sobre rasa	5
Modelo 25.2	Superficie construida bajo rasante	1.596,29
Modelo 25.2	Superficie construida sobre rasante	3.756,09

Figura 101. Códigos de la Estructura 25.2.

Estructura 25.3:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 25.3	Losas de cimentación:	1,99%
Modelo 25.3	Forjados reticulares:	2,45%
Modelo 25.3	Forjados de viguetas:	
Modelo 25.3	Losas macizas:	0,95%
Modelo 25.3	Vigas:	-8,38%
Modelo 25.3	Muros de hormigón armado:	-29,34%
Modelo 25.3	Pilares:	-40,64%
Modelo 25.3	Escaleras	
Modelo 25.3	Zapatas aisladas	
Modelo 25.3	Zapatas corridas	
Modelo 25.3	Encepados	
Modelo 25.3	Vigas centradoras	
Modelo 25.3	Vigas de atado	
Modelo 25.3	Total cimentación	
Modelo 25.3	Total sin cimentación:	-10,48%
Modelo 25.3	Índices sin cimentación (por m²):	-10,50%

Figura 102. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 25.3.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 25.1	Código 1	A
Modelo 25.1	Código 2	0
Modelo 25.1	Código 3	0N
Modelo 25.1	Código 4	B3
Modelo 25.1	Código 5	0
Modelo 25.1	Código 6	B
Modelo 25.1	Código 7	A1
Modelo 25.1	Código 8	1
Modelo 25.1	Código 9	P2
Modelo 25.1	Código 10	2
Modelo 25.1	Código 11	B
Modelo 25.1	Código 12	B2
Modelo 25.1	Código 13	A
Modelo 25.1	Plantas bajo rasante	1
Modelo 25.1	Plantas sobre rasante	5
Modelo 25.1	Superficie construida bajo rasante	1.596,29
Modelo 25.1	Superficie construida sobre rasante	3.756,09

Figura 103. Códigos de la Estructura 25.3.

Estructura 27:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 27	Losas de cimentación:	2,72%
Modelo 27	Forjados reticulares:	
Modelo 27	Forjados de viguetas:	
Modelo 27	Losas macizas:	0,80%
Modelo 27	Vigas:	-18,14%
Modelo 27	Muros de hormigón armado:	-3,87%
Modelo 27	Pilares:	-34,26%
Modelo 27	Escaleras	
Modelo 27	Zapatas aisladas	
Modelo 27	Zapatas corridas	
Modelo 27	Encepados	
Modelo 27	Vigas centradoras	
Modelo 27	Vigas de atado	
Modelo 27	Total cimentación	
Modelo 27	Total sin cimentación:	-3,51%
Modelo 27	Índices sin cimentación (por m²):	-3,52%

Figura 104. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 27.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 27	Código 1	C*
Modelo 27	Código 2	0
Modelo 27	Código 3	3S
Modelo 27	Código 3	3N
Modelo 27	Código 4	B2
Modelo 27	Código 5	R
Modelo 27	Código 6	B2
Modelo 27	Código 7	A1
Modelo 27	Código 8	2
Modelo 27	Código 9	P2
Modelo 27	Código 10	2
Modelo 27	Código 11	D
Modelo 27	Código 12	A1
Modelo 27	Código 12	B4
Modelo 27	Código 13	D
Modelo 27	Plantas bajo rasante	2
Modelo 27	Plantas sobre rasante	5
Modelo 27	Superficie construida bajo rasante	3.066,33
Modelo 27	Superficie construida sobre rasante	5.534,99

Figura 105. Códigos de la Estructura 27.

Estructura 28:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 28	Losas de cimentación:	
Modelo 28	Forjados reticulares:	1,74%
Modelo 28	Forjados de viguetas:	
Modelo 28	Losas macizas:	0,66%
Modelo 28	Vigas:	-8,90%
Modelo 28	Muros de hormigón armado:	-0,07%
Modelo 28	Pilares:	6,78%
Modelo 28	Escaleras	
Modelo 28	Zapatas aisladas	
Modelo 28	Zapatas corridas	11,84%
Modelo 28	Encepados	
Modelo 28	Vigas centradoras	
Modelo 28	Vigas de atado	
Modelo 28	Total cimentación	11,84%
Modelo 28	Total sin cimentación:	0,21%
Modelo 28	Índices sin cimentación (por m²):	0,51%

Figura 106. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 28.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 28	Código 1	A
Modelo 28	Código 2	3
Modelo 28	Código 3	0N
Modelo 28	Código 4	A3
Modelo 28	Código 5	0
Modelo 28	Código 6	B
Modelo 28	Código 6	H
Modelo 28	Código 7	A0
Modelo 28	Código 8	1
Modelo 28	Código 9	P2
Modelo 28	Código 10	2
Modelo 28	Código 11	B
Modelo 28	Código 12	B2
Modelo 28	Código 12	B3
Modelo 28	Código 13	C
Modelo 28	ntas bajo rasa	1
Modelo 28	ntas sobre rasa	3
Modelo 28	Superficie construida bajo rasante	6.710,73
Modelo 28	Superficie construida sobre rasante	8.726,30

Figura 107. Códigos de la Estructura 28.

Estructura 29:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 29	Losas de cimentación:	
Modelo 29	Forjados reticulares:	
Modelo 29	Forjados de viguetas:	18,40%
Modelo 29	Losas macizas:	0,26%
Modelo 29	Vigas:	7,96%
Modelo 29	Muros de hormigón armado:	0,00%
Modelo 29	Pilares:	22,12%
Modelo 29	Escaleras	
Modelo 29	Zapatas aisladas	
Modelo 29	Zapatas corridas	46,63%
Modelo 29	Encepados	
Modelo 29	Vigas centradoras	
Modelo 29	Vigas de atado	
Modelo 29	Total cimentación	46,63%
Modelo 29	Total sin cimentación:	9,17%
Modelo 29	Índices sin cimentación (por m²):	9,20%

Figura 108. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 29.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 29	Código 1	C
Modelo 29	Código 2	0
Modelo 29	Código 3	4N
Modelo 29	Código 4	A2
Modelo 29	Código 5	0
Modelo 29	Código 6	B
Modelo 29	Código 7	A1
Modelo 29	Código 8	1
Modelo 29	Código 9	P1
Modelo 29	Código 10	1
Modelo 29	Código 11	A
Modelo 29	Código 12	B2
Modelo 29	Código 12	B4
Modelo 29	Código 13	C
Modelo 29	Plantas bajo rasante	1
Modelo 29	Plantas sobre rasante	5
Modelo 29	Superficie construida bajo rasante	4.489,61
Modelo 29	Superficie construida sobre rasante	13.280,33

Figura 109. Códigos de la Estructura 29.

Estructura 30:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 30	Losas de cimentación:	
Modelo 30	Forjados reticulares:	
Modelo 30	Forjados de viguetas:	16,90%
Modelo 30	Losas macizas:	0,67%
Modelo 30	Vigas:	4,25%
Modelo 30	Muros de hormigón armado:	13,26%
Modelo 30	Pilares:	
Modelo 30	Escaleras	
Modelo 30	Zapatas aisladas	16,99%
Modelo 30	Zapatas corridas	
Modelo 30	Encepados	
Modelo 30	Vigas centradoras	3,02%
Modelo 30	Vigas de atado	4,61%
Modelo 30	Total cimentación	11,63%
Modelo 30	Total sin cimentación:	6,72%
Modelo 30	Índices sin cimentación (por m²):	6,72%

Figura 110. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 30.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 30	Código 1	C
Modelo 30	Código 2	0
Modelo 30	Código 3	0N
Modelo 30	Código 4	A4
Modelo 30	Código 5	X
Modelo 30	Código 6	B
Modelo 30	Código 7	A1
Modelo 30	Código 8	0
Modelo 30	Código 9	P1
Modelo 30	Código 10	2
Modelo 30	Código 11	B
Modelo 30	Código 11	D
Modelo 30	Código 12	B2
Modelo 30	Código 13	*E
Modelo 30	Plantas bajo rasante	
Modelo 30	Plantas sobre rasante	5
Modelo 30	Superficie construida bajo rasante	
Modelo 30	Superficie construida sobre rasante	3.459,24

Figura 111. Códigos de la Estructura 30.

Estructura 31:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 31	Losas de cimentación:	4,27%
Modelo 31	Forjados reticulares:	5,21%
Modelo 31	Forjados de viguetas:	
Modelo 31	Losas macizas:	1,64%
Modelo 31	Vigas:	-3,30%
Modelo 31	Muros de hormigón armado:	-7,69%
Modelo 31	Pilares:	21,44%
Modelo 31	Escaleras	
Modelo 31	Zapatas aisladas	
Modelo 31	Zapatas corridas	
Modelo 31	Encepados	
Modelo 31	Vigas centradoras	
Modelo 31	Vigas de atado	
Modelo 31	Total cimentación	
Modelo 31	Total sin cimentación:	3,53%
Modelo 31	Índices sin cimentación (por m²):	3,55%

Figura 112. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 31.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 31	Código 1	B
Modelo 31	Código 1	C
Modelo 31	Código 2	2
Modelo 31	Código 3	4N
Modelo 31	Código 3	4S
Modelo 31	Código 4	B3
Modelo 31	Código 4	D2
Modelo 31	Código 5	0
Modelo 31	Código 6	B
Modelo 31	Código 7	A0
Modelo 31	Código 8	3
Modelo 31	Código 9	P2
Modelo 31	Código 10	3
Modelo 31	Código 11	B
Modelo 31	Código 12	B1
Modelo 31	Código 12	B2
Modelo 31	Código 13	C
Modelo 31	Plantas bajo rasante	2
Modelo 31	Plantas sobre rasante	4
Modelo 31	Superficie construida bajo rasante	5.480,42
Modelo 31	Superficie construida sobre rasante	8.030,30

Figura 113. Códigos de la Estructura 31.

Estructura 32:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 32	Losas de cimentación:	2,43%
Modelo 32	Forjados reticulares:	3,05%
Modelo 32	Forjados de viguetas:	
Modelo 32	Losas macizas:	0,48%
Modelo 32	Vigas:	-6,22%
Modelo 32	Muros de hormigón armado:	13,24%
Modelo 32	Pilares:	24,81%
Modelo 32	Escaleras	
Modelo 32	Zapatas aisladas	
Modelo 32	Zapatas corridas	
Modelo 32	Encepados	
Modelo 32	Vigas centradoras	
Modelo 32	Vigas de atado	
Modelo 32	Total cimentación	
Modelo 32	Total sin cimentación:	6,21%
Modelo 32	Índices sin cimentación (por m²):	6,19%

Figura 114. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 32.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 32	Código 1	C
Modelo 32	Código 2	0
Modelo 32	Código 3	0S
Modelo 32	Código 4	B3
Modelo 32	Código 5	0
Modelo 32	Código 6	B
Modelo 32	Código 7	A1
Modelo 32	Código 8	2
Modelo 32	Código 9	P1
Modelo 32	Código 10	1
Modelo 32	Código 11	B
Modelo 32	Código 12	B2
Modelo 32	Código 12	B4
Modelo 32	Código 13	D
Modelo 32	Plantas bajo rasante	3
Modelo 32	Plantas sobre rasante	9
Modelo 32	Superficie construida bajo rasante	5.950,81
Modelo 32	Superficie construida sobre rasante	12.297,45

Figura 115. Códigos de la Estructura 32.

Estructura 33:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 33	Losas de cimentación:	2,50%
Modelo 33	Forjados reticulares:	
Modelo 33	Forjados de viguetas:	4,17%
Modelo 33	Losas macizas:	0,48%
Modelo 33	Vigas:	-0,75%
Modelo 33	Muros de hormigón armado:	6,92%
Modelo 33	Pilares:	55,95%
Modelo 33	Escaleras	0,00%
Modelo 33	Zapatas aisladas	
Modelo 33	Zapatas corridas	
Modelo 33	Encepados	
Modelo 33	Vigas centradoras	
Modelo 33	Vigas de atado	
Modelo 33	Total cimentación	
Modelo 33	Total sin cimentación:	7,75%
Modelo 33	Índices sin cimentación (por m²):	7,80%

Figura 116. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 33.

MODELOS:	CÓDIGOS:	VALOR CÓDIGO:
Modelo 33	Código 1	C
Modelo 33	Código 2	2
Modelo 33	Código 3	3S
Modelo 33	Código 4	B3
Modelo 33	Código 5	R
Modelo 33	Código 6	B3
Modelo 33	Código 6	H
Modelo 33	Código 7	A1
Modelo 33	Código 7	C3
Modelo 33	Código 8	2
Modelo 33	Código 9	P2
Modelo 33	Código 10	2
Modelo 33	Código 11	B3
Modelo 33	Código 12	A1
Modelo 33	Código 12	B1
Modelo 33	Código 12	B3
Modelo 33	Código 13	C
Modelo 33	Plantas bajo rasante	2
Modelo 33	Plantas sobre rasante	7
Modelo 33	Superficie construida bajo rasante	3.996,86
Modelo 33	Superficie construida sobre rasante	9.844,32

Figura 117. Códigos de la Estructura 33.

Estructura 34:

MODELOS:	PARÁMETROS:	PORCENTAJE:
Modelo 34	Losas de cimentación:	0,25%
Modelo 34	Forjados reticulares:	
Modelo 34	Forjados de viguetas:	18,86%
Modelo 34	Losas macizas:	0,00%
Modelo 34	Vigas:	-5,94%
Modelo 34	Muros de hormigón armado:	
Modelo 34	Pilares:	-8,81%
Modelo 34	Escaleras	
Modelo 34	Zapatas aisladas	
Modelo 34	Zapatas corridas	
Modelo 34	Encepados	
Modelo 34	Vigas centradoras	
Modelo 34	Vigas de atado	
Modelo 34	Total cimentación	
Modelo 34	Total sin cimentación:	-3,02%
Modelo 34	Índices sin cimentación (por m²):	-3,02%

Figura 118. Diferencias de cuantías en % respecto al EHE-08 en la Estructura 34.

MODELOS:	CÓDIGOS:	ALOR CÓDIGO:
Modelo 34	Código 1	B
Modelo 34	Código 2	1
Modelo 34	Código 3	4N
Modelo 34	Código 4	B2
Modelo 34	Código 5	0
Modelo 34	Código 6	B
Modelo 34	Código 7	A0
Modelo 34	Código 8	1
Modelo 34	Código 9	P0
Modelo 34	Código 10	0
Modelo 34	Código 11	B
Modelo 34	Código 12	A1
Modelo 34	Código 12	B1
Modelo 34	Código 13	*E
Modelo 34	ntas bajo rasante	
Modelo 34	ntas sobre rasante	3
Modelo 34	Superficie construida bajo rasante	
Modelo 34	Superficie construida sobre rasante	391,4

Figura 119. Códigos de la Estructura 34.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

