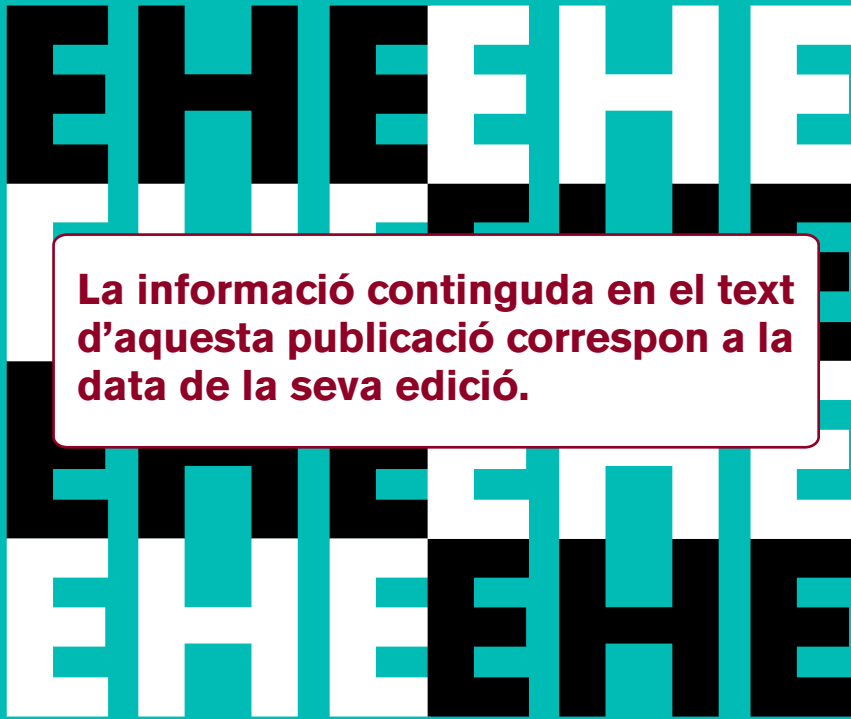


# GUIA

PER A L'ÚS DE LA INSTRUCCIÓ EHE



**La informació continguda en el text d'aquesta publicació correspon a la data de la seva edició.**

CÀLCUL

The logo for ITeC, consisting of the letters 'ITeC' in a white, bold, sans-serif font, centered within a solid black rectangular background.

# GUIA

## PER A L'ÚS DE LA INSTRUCCIÓ EHE

### CÀLCUL

La informació continguda en el text d'aquesta publicació correspon a la data de la seva edició, i és possible que en l'actualitat algunes dades (per exemple preus, normativa, lleis, etc.) s'hagin de modificar. Cal doncs tenir-ho en compte a l'hora de fer-ne ús.

Disseny de la portada: Toni Garriga

Reservats tots els drets. Per a la reproducció total o parcial d'aquesta obra, en qualsevol modalitat, serà necessària l'autorització prèvia del titular del ©.

**© Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya - ITeC**

1<sup>a</sup> edició: Juny 1999

1<sup>a</sup> reimpressió: Octubre 1999

ISBN: 84-7853-369-9

Imprès a: Cometa

Dipòsit Legal: Z-1993-99



Institut de  
Tecnologia de la Construcció  
de Catalunya

Aquest treball ha estat desenvolupat a l'ITeC, per:

redactors:

**Fructuós Mañà i Reixach**

**Albert Sagrera i Cuscó**

amb la col·laboració de:

**Rafael Bellmunt i Ribas**

**Antoni Pla i Cavallé**

**Josep Ignasi de Llorens i Duran**

## Índex

<b>PRESENTACIÓ</b>	<b>7</b>
<b>1. Introducció</b>	<b>11</b>
<b>2. Principis generals i mètode dels estats límit</b>	<b>13</b>
<b>3. Accions</b>	<b>15</b>
<b>4. Materials i geometria</b>	<b>18</b>
<b>5. Anàlisi estructural</b>	<b>20</b>
5.1. Idealització de l'estructura	20
5.2. Mètodes de càlcul	21
5.3. Anàlisi estructural del pretesat	22
5.4. Estructures reticulars planes	24
5.5. Plaques	25
5.6. Membranes i làmines	27
5.7. Regions D	27
5.8. Anàlisi en el temps	29
<b>6. Materials</b>	<b>31</b>
6.1 Ciments, aigua, àrids i altres components del formigó	31
6.2 Formigons	32
6.3 Armadures	33
<b>7. Durabilitat</b>	<b>35</b>
<b>8. Dades dels materials per al projecte</b>	<b>38</b>
<b>9. Capacitat resistent de bieles, tirants i nusos</b>	<b>42</b>
<b>10. Càlculs relatius als estats límit darrers</b>	<b>44</b>
10.1 Estat límit d'equilibri i estat límit d'esgotament davant sol·licitacions normals	44
10.2 Estat límit d'inestabilitat	46
10.3 Estat límit d'esgotament enfront de tallant	47
10.4 Estat límit d'esgotament per torsió en elements lineals	49
10.5 Estat límit de punxonament	51
10.6 Estat límit d'esgotament per esforç rasant en junts entre formigons	52
10.7 Estat límit de fatiga	54
<b>11. Càlcul relatiu als estats límit de servei</b>	<b>55</b>
11.1 Estat límit de fissuració	55
11.2 Estat límit de deformació	56
11.3 Estat límit de vibracions	58
<b>12. Elements estructurals</b>	<b>59</b>
12.1 Elements estructurals de formigó en massa, forjats, bigues i suports	59
12.2 Plaques i lloses, murs i làmines	60

12.3	Elements de fonamentació i càrregues concentrades sobre massissos	61
12.4	Zones d'ancoratge, bigues de gran cantell, mènsules curtes i elements amb empenta al buit	63
<b>13.</b>	<b>Execució</b>	<b>65</b>
<b>14.</b>	<b>Annexos</b>	<b>66</b>
<b>15.</b>	<b>Índex alfabètic de continguts</b>	<b>68</b>

## **Presentació**

Quan algú comença a llegir la Instrucció EHE li sembla que és un document molt diferent de la precedent EH-91. És una primera impressió que cal superar ja que no és així. A mesura que anem progressant en el seu coneixement ens adonem que més que canvis substancials el que s'ha produït és una gran reordenació del capítulat que implica una millor seqüència dels conceptes. Ara la Instrucció es mostra molt més sistemàtica i s'ajusta millor al protocol que, encara que sigui implícitament, es compleix en el càlcul de les estructures. Primer, es parla dels mètodes d'anàlisi estructural i de les accions, després dels estats límit (de ruptura i de servei), dels coeficients de seguretat i de les prescripcions a considerar en el dimensionat de les seccions i de les peces.

És per això que no ens ha d'estranyar que, per exemple, el tema de lloses sobre pilars que en la EH-91 estava tractat com un sistema tancat, allà cap al final de la Instrucció (on es parlava des de com determinar els moments flectors -amb el mètode dels pòrtics virtuals-, a com armar les lloses i com enfocar la seguretat al punxonament, tot d'una tacada) ara, en la nova Instrucció, el tema es presenta segregat. La manera de determinar els esforços està en el començament de la Instrucció, en el mateix capítol en què es parla dels mètodes d'anàlisi d'estructures; més endavant, quan es tracta el tema de com resoldre els diversos elements estructurals, es parla del seu armat. El punxonament es tracta, en un altre lloc, com un estat límit associat als estats límit per esforços rasants, ja que el problema del punxonament és molt més general i no es limita únicament a les lloses ja que afecta a altres elements estructurals, com àsperes planes, elements de fonamentació, etc.

Com sigui que la reubicació dels conceptes és una característica de la nova Instrucció hem adoptat un objectiu inicial, fer un quadre de correspondències entre les tres Instruccions, la EHE, la EH-91 i la

EP-93 de manera que sigui més fàcil l'accés i establir relacions entre els diversos continguts.

Però, és obvi, que la Instrucció no és únicament una reordenació de conceptes, hi ha força innovacions que cal (ara d'una manera resumida) ressaltar. La més evident és la síntesi que es produeix entre el formigó armat i el pretesat. La EP-93 era en molts aspectes una repetició, fil per randa, de la EH-91. Encara que només fos per economia calia fer aquesta síntesi (que, per altra banda, ja havien realitzat molts altres països europeus).

Es fa una aposta molt radical en el sentit de millorar la durabilitat de les estructures. Tant en el sentit d'augmentar la resistència als agents químics com en el de retardar la corrosió de les armadures.

S'introdueix el concepte de «característic» en la geometria, tal com s'havia fet abans amb les accions i amb les prestacions dels materials. És lògic, ja que el dimensionat, també ha de tenir en compte el nivell de confiança que hi ha en les mides finals dels elements. A hores d'ara, però, desconeixem la repercussió que pot tenir aquest nou concepte en la determinació de la mida de «càlcul» d'un element (diferent de la mida «nominal») i en la quantitat d'armadura necessària per armar una secció.

En el cas que el nivell de control de l'execució sigui intens el coeficient de majoració de les accions permanents pot ser tant baix com 1,35. Es una disposició interessant en un moment en què, per diverses causes (la durabilitat entre elles), les mides de les seccions (és a dir, els pesos propis) una vegada més, tendeixen a augmentar.

Es proposen mètodes d'anàlisi global de les estructures que abasten una gran quantitat de comportaments, des de l'anàlisi lineal habitual a l'anàlisi plàstica. Però no es proposa l'àmbit d'aplicació idoni (en fase de projecte o en fase de comprovació, per exemple).

En el dimensionat i en la resolució d'elements que no poden acomplir amb la Llei de Bernoulli-Naviere (a la Instrucció, regions D) es planteja l'aplicació generalitzada del mètode de les bieles i tirants. Es una simplificació que ja s'utilitzava, però d'una manera molt menys estructurada, en diversos elements de la EH-91 (mènsoles curtes, elements rígids de fonamentació, etc.).

Apareixen nous estats límit (de fatiga, d'esgotament a esforç rasant sobre junts de formigonat, de punxonament) i en desapareixen d'altres (com el d'adherència).

I quantitat de temes de detall que depassen la intenció d'aquesta exposició inicial.

Un aspecte, que des del punt de vista pràctic pot tenir importància, és la més gran complexitat que adopten moltes de les fórmules exposades. Unes vegades és per causa de la incorporació de l'esforç de pretesat, altres és perquè es consideren més variables que abans o per culpa de les noves unitats de mesura. Encara no se n'ha pogut fer una aplicació extensiva i per tant no se sap quina serà la seva repercussió en dificultat de càlcul i en cost d'acer.

En conclusió, es tracta d'una Instrucció que caldrà analitzar en profunditat (aquí només ens hem proposat fer una guia que permeti poc més que localitzar els diversos conceptes) ja que el seu propòsit d'abastar un gran camp, que va des de l'enginyeria civil a la construcció d'habitatges i des del formigó armat al pretesat, a vegades la fa de difícil comprensió. Pensem que caldrà fer una feina de destil·lació d'aquells conceptes que corresponen a cada àmbit per fer-la més aplicable, tot considerant només les variables més habituals.

En cap cas, aquesta guia té el propòsit de substituir la Instrucció, ans al contrari, el seu objectiu és el de crear incentius que afavoreixin una immersió còmoda als seus conceptes.

Nota: L'articulat es tracta de manera discontinua ja que només s'han considerat aquells articles que afecten el càlcul estructural o que tenen a veure amb la formació de l'expedient. S'han deixat de banda aspectes d'execució i de control ja que han estat tractats en la publicació anterior *Guia per a l'ús de la Instrucció EHE (materials, execució i control)*.

## **1. Introducció**

a) Temes que es tracten

Documents del projecte.

Generalitats.

Memòria (Normes generals i Annex de càlcul).

Càlcul amb ordinador.

Plànols.

Plec de prescripcions tècniques.

Pressupost.

Programa de treball.

Modificació del projecte.

Aplicació de la llei de contractes de les Administracions Públiques.

Document final de l'obra.

b) Definició de conceptes a destacar

En aquest apartat no hi ha cap concepte nou a remarcar.

c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>INTRODUCCIÓ</b>	<b>cap. I</b>	<b>cap. I</b>	<b>cap. I</b>
Documents de projecte	art. 4	art. 4	art. 6
Generalitats	4.1	4.1	6.1
Memòria (normes generals, annex de càlcul i càlcul per ordinador)	4.2	4.2	6.2
Plànols	4.3	4.3	6.3
Plec de prescripcions tècniques	4.4	4.4	6.4
Pressupost	4.5	4.5	6.5
Programa de treball	4.6	4.6	6.6
Modificació del projecte	4.7	4.7	6.7
Aplicació de la llei de Contractes de les Administracions públiques	4.8	4.8	6.8
Document final de l'obra	4.9	4.9	6.9

d) Comentaris

Aquest tema ja va ser tractat a la *Guia per a l'ús de la Instrucció EHE (materials, execució, control)*. S'ha repetit aquí pel senzill motiu que les prescripcions que afecten als documents també són de la incumbència d'aquells tècnics que s'encarregaran de l'aplicació numèrica de la Instrucció.

## 2. Principis generals i mètode dels estats límit

### a) Temes que es tracten

#### Bases de càlcul.

El mètode dels estats límit (estats límit, estats límit darrers i estats límit de servei).

Bases de càlcul orientades a la durabilitat.

### b) Definició de conceptes a destacar

Tot i que no es tracten temes nous cal recordar les definicions dels estats límit ja que tenen un paper bàsic en el desenvolupament de la norma.

Estat límit és una situació que si és superada pot considerar-se que l'estructura no aconsegueix alguna de les funcions per les quals ha estat projectada. Estat límit darrer es aquell que causa una posada fora de servei de l'estructura per col·lapse o ruptura. Estat límit de servei és aquell que en ser depassat s'incomplixen requisits fonamentals de funcionalitat, comoditat, durabilitat o altres requeriments que s'hagin establert.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>PRINCIPIS GENERALS I MÈTODE DELS ESTATS LÍMIT</b>	<b>cap. II</b>	<b>cap. VI</b>	<b>cap. VI</b>
Bàses de càlcul	art. 8	art. 30	art. 40
Mètodes dels estats límit (estats límit, estats límit últims i estats límit de servei)	8.1	30.1-30.3	40.1-40.3
Bàses de càlcul orientades a la durabilitat	8.2	13.3b	19.4b

#### d) Comentaris

Quant als conceptes, no hi ha canvis importants a destacar. Varia la nomenclatura de l'estat límit d'utilització, passa a dir-se estat límit de servei.

El tema de les «bases de càlcul» orientades a la durabilitat és molt més extens a la nova Instrucció. Augmenten els tipus d'exposicions i n'apareixen de noves. Cal veure les taules de la Instrucció 8.2.2, 8.2.3.a i 8.2.3.b.

Dintre d'aquest capítol (6.3) apareix com tema nou la possibilitat de comprovar les estructures mitjançant assaigs en els casos en que aquests impliquin un estalvi significatiu de l'estructura o quan les regles de la EHE no siguin suficients. Cal tenir en compte però, que la norma específica que aquest apartat no està prou desenvolupat i s'ha de consultar la bibliografia especialitzada.

### 3. Accions

#### a) Temes que es tracten

Classificació de les accions.

Valors característics de les accions.

Valors representatius.

Valors de càlcul.

Combinació de les accions.

#### b) Definició de conceptes a destacar

A la nova Instrucció les accions es classifiquen per:

- Naturalesa (directes o indirectes).
- Variació en el temps (permanents, permanents de valor no constant, variables).
- Variació a l'espai (fixes, lliures).

A l'apartat 13.2 apareix per primera vegada el concepte nou de l'estat límit de fatiga. Aquest tema es tracta específicament en el punt 10.7 d'aquesta guia.

#### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ACCIONS</b>	<b>cap. III</b>	<b>cap. V</b>	<b>cap. V</b>
Classificació de les accions	art. 9	art. 27	art. 37
Valors característics de les accions	art. 10	art. 28	art. 38
Valors representatius	art. 11	-	-
Valors de càlcul	art. 12	art. 31	art. 41
Combinació de les accions	art. 13	art. 32	art. 42

#### d) Comentaris

Tan sols destacar els canvis que s'han produït en els coeficients de seguretat referents a les accions. Varien els valors i es posen en funció del nivell de control d'execució.

A la nova Instrucció desapareixen les accions degudes al procés constructiu que hi havia a la EP-93.

A l'article 11, «Valores representativos de las acciones», apareix el concepte que el valor representatiu d'una acció s'aconsegueix afectant el valor característic  $F_K$  per un factor  $\psi_i$ .

En els comentaris a l'article s'esmenta que  $\psi_i$  pot ser:

$\psi_0 Q_K$  un valor de combinació (valor de l'acció quan actua aïlladament o amb alguna acció variable).

$\psi_1 Q_K$  un valor de freqüència (valor de l'acció quan és sobrepassat en períodes curts respecte a la vida útil de l'estructura).

$\psi_2 Q_K$  valor de quasi permanència (valor de l'acció quan és sobrepassat durant una gran part de la vida útil de l'estructura).

(Aquest factor és funció de la nova classificació de les accions que es presenta en l'article 9).

Quan es fa referència a estructures d'edificació, el valor de  $\psi_i$ , deixa de ser una variable i adopta valors numèrics concrets per cadascuna de les situacions que es contempen tal com passava en la Instrucció anterior (article 13, «Combinación de acciones»).

Per cert, el terme «hipòtesis de carga» és substituït amb molt millor criteri pel de «combinación de acciones».

A la vista de la taula 12.1.b es podria suposar que el coeficient de majoració de les càrregues permanents és de 1,35, però cal considerar:

1. Aquesta taula, en alguna edició, presenta els títols equivocats, només cal comparar-la amb la taula 95.5 (que és la mateixa) per adonar-se'n.
2. El coeficient de 1,35 només es podrà aplicar a les accions permanents quan el nivell de control d'execució sigui intens.

Com a pes específic del formigó en massa s'adopta el de 2.300 kg/m<sup>3</sup>.

Per la seva importància i perquè hi ha una edició amb errors es reproduïx la taula 12.1.b.

Tipus d'acció	Nivell de control de l'execució		
	Intens	Normal	Reduït
<b>Permanent</b>	$\gamma_G=1,35$	$\gamma_G=1,50$	$\gamma_G=1,60$
<b>Pretesat</b>	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$	-
<b>Permanent de valor no constant</b>	$\gamma_G=1,50$	$\gamma_G=1,60$	$\gamma_G=1,80$
<b>Variable</b>	$\gamma_Q=1,50$	$\gamma_Q=1,60$	$\gamma_Q=1,80$

#### 4. Materials i geometria

a) Temes que es tracten

Principis.

Materials (Coeficients de seguretat).

Geometria (Valors característics).

b) Definició de conceptes a destacar

La geometria es considera una variable estadística.

c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>MATERIALS I GEOMETRIA</b>	<b>cap. IV</b>	-	-
Principis	art. 14	-	-
Materials (coeficient de seguretat)	art. 15	art. 31	art. 41
Geometria (valors característics)	art. 16	-	-

#### d) Comentaris

A les Instruccions anteriors no es tracta aquest tema de forma específica.

Sobre els materials s'apliquen els següents coeficients parcials de seguretat (Taula 15.3):

Situació del projecte	Formigó $\gamma_c$	Acer passiu i actiu $\gamma_s$
Persistent o transitòria	1,50	1,15
Accidental	1,30	1,00

Que no són aplicables a l'estat límit darrer de fatiga.

Es fa una extensió del concepte de «característic» a les dades geomètriques ja que «las imprecisiones relativas a la geometría pueden tener un efecto significativo sobre la fiabilidad de la estructura».

$$a_k = a_d = a_{nom} + \Delta a$$

Sent:

$a_k$  valor característic d'una mida

$a_d$  valor de càlcul

$a_{nom}$  valor nominal

$\Delta a$  tol·lerància

## 5. Anàlisi estructural

### 5.1 Idealització de l'estructura

#### a) Temes que es tracten

##### Idealització de l'estructura.

Dades geomètriques (ample eficaç de l'ala en peces lineals en T, llums de càlcul i seccions transversals).

#### b) Definició de conceptes a destacar

S'esmenten diversos tipus de secció: bruta, neta, homogeneïtzada i fissurada.

#### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ANÀLISI ESTRUCTURAL</b>	<b>cap.V</b>	-	-
Idealització de l'estructura	art. 18	-	-
Idealització de l'estructura	18.1		
Dades geomètriques (ample eficaç de l'ala en peces lineals en T, llums de càlcul i seccions transversals)	18.2	art. 50	art. 51.2

#### d) Comentaris

A la EH-91 tot està en un mateix capítol (VII), mentre que la EHE ho divideix en dos, anàlisi estructural (V) i elements estructurals (XII). La EP-93 no fa referència a les especificacions segons elements.

A l'apartat dedicat a les peces en T desapareixen les taules ja que aquest element es tracta com una dada geomètrica (ample eficaç).

## 5.2 Mètodes de càlcul

### a) Temes que es tracten

#### Mètodes de càlcul.

Principis bàsics i tipus d'anàlisi (anàlisi lineal, anàlisi no lineal, anàlisi lineal amb redistribució limitada i anàlisi plàstica).

### b) Definició de conceptes a destacar

Tot i que aquest tema no es tracta a les normes anteriors, no hi ha cap definició a ressaltar.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ANÀLISI ESTRUCTURAL</b>	<b>cap.V</b>	-	-
Mètodes de càlcul	art. 19	-	-
Principis bàsics	19.1		
Tipus d'anàlisi (anàlisi lineal, anàlisi no lineal, anàlisi lineal amb redistribució limitada i anàlisi plàstica)	19.2		

### d) Comentaris

En l'article 19, «Métodos de cálculo», es diu:

Els mètodes de càlcul han de satisfer les condicions d'equilibri i de compatibilitat tot considerant el comportament tenso-deformacional dels materials. Si no es poden satisfer d'una manera estricta s'ha de prendre cura que estiguin equilibrades i satisfacin «a posteriori» les condicions de ductilitat apropiades.

L'anàlisi global d'una estructura es pot portar a terme d'acord amb les metodologies següents:

- Anàlisi lineal.
- Anàlisi no lineal.
- Anàlisi lineal amb redistribució limitada.
- Anàlisi plàstica.

En els subarticles següents es fan comentaris sobre aquests mètodes. En general es vincula la seva validesa a si l'estructura té la ductilitat suficient per garantir les hipòtesis de partida dels diversos mètodes.

Sobre aquest article (que obre molt el camp dels mètodes d'anàlisi a emprar) es podrien fer diverses consideracions.

1. Quan hi ha seccions que treballen fora de l'àmbit elàstic és impossible controlar la fissuració (ergo la durabilitat).
2. No s'especifica quins d'aquests mètodes són més adequats per la fase de projecte i quins ho són per la fase de comprovació.
3. Alguns d'aquests mètodes no solen estar a l'abast dels tècnics que es dediquen a l'edificació.

### **5.3 Anàlisi estructural del pretesat**

#### **a) Temes que es tracten**

##### **Anàlisi estructural del pretesat.**

Consideracions generals.

Força de pretesat (limitació de la força, pèrdues en peces amb armadures postteses, etc.).

Efectes estructurals del pretesat (modelització dels efectes del pretesat).

## b) Definició de conceptes a destacar

El pretesat es tipifica en:

- Interior i exterior.
- Armadures pretesades i postseses.
- Armadura adherent o no adherent.

## c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ANÀLISI ESTRUCTURAL</b>	<b>cap.V</b>	-	-
Anàlisi estructural del pretesat	art. 20	-	art. 39
Consideracions generals	20.1		39.1
Força de pretesat (limitació de la força, pèrdues en peces amb armadures postseses, etc)	20.2.1, 20.2.2 i 20.2.3		39.2, 39.4 i 39.5
Efectes estructurals del pretesat (modelització dels efectes del pretesat)	20.3		

## d) Comentaris

En aquest article desapareix el valor característic de la força de pretesat. La força de pretesat ha de proporcionar sobre les armadures actives una tensió  $\sigma_{po}$  no més gran, en qualsevol punt, que el més petit dels valors següents:

$$0,75 f_{p \max k} \quad 0,9 f_{pk}$$

Sent:

$f_{p \max k}$  càrrega unitària màxima característica.

$f_{pk}$  límit elàstic característic.

Les pèrdues en peces amb armadures postteses són les següents: fregament, penetració de falques, escurçament elàstic i diferides.

Hi ha de nou la consideració de les pèrdues en armadures preteses que són les següents: penetració de falques, relaxament a temperatura ambient fins a la transferència, relaxació addicional de l'armadura (per calefacció), dilatació tèrmica de l'armadura (per calefacció), retracció anterior a la transferència i escurçament elàstic en el moment de transferir.

Els efectes estructurals del pretesat es poden modelitzar per mitjà de forces equivalents o per mitjà de deformacions imposades.

## **5.4 Estructures reticulars planes**

### **a) Temes que es tracten**

#### **Estructures reticulars planes.**

Generalitats.

Anàlisi lineal.

Anàlisi no lineal (models de comportament del material, anàlisi no lineal en teoria de segon ordre i mètodes simplificats en teories de segon ordre).

Anàlisi lineal amb redistribució limitada.

Anàlisi plàstica.

### **b) Definició de conceptes a destacar**

És una novetat el llistat dels mètodes possibles de determinació de les sol·licitacions.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ANÀLISI ESTRUCTURAL</b>	<b>cap. V</b>	-	-
<b>Estructures reticulars planes</b>	<b>art. 21</b>	<b>art. 52</b>	-
Generalitats	21.1		
Anàlisi lineal	21.2		
Anàlisi no lineal	21.3		
Anàlisi lineal amb redistribució limitada	21.4		
Anàlisi plàstica	21.5		

### d) Comentaris

Desapareix el sistema de càlcul simplificat de pòrtics.

Com a model de comportament dels materials s'accepten models constitutius uniaxials.

Es proporciona l'equació del diagrama tenso-deformació pel formigó en l'anàlisi no lineal.

## 5.5 Plaques

### a) Temes que es tracten

**Plaques.**

Generalitats.

Anàlisi lineal.

Anàlisi no lineal.

Mètodes simplificats per a plaques sobre suports aïllats (mètode directe i mètode dels pòrtics virtuals i criteris de distribució de moments).

## b) Definició de conceptes a destacar

No hi ha conceptes nous a remarcar.

## c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ANÀLISI ESTRUCTURAL</b>	<b>cap. V</b>	-	-
<b>Plaques</b>	<b>art. 22</b>	<b>art. 53, 54 i 55</b>	-
Generalitats	22.1		
Anàlisi lineal	22.2		
Anàlisi no lineal	22.3		
Mètodes simplificats per a plaques sobre suports aïllats (mètode directe i mètode dels pòrtics virtuals i criteris de redistribució de moments)	22.4	55.4	

## d) Comentaris

En les plaques sobre suports aïllats (art. 22.4) a més del mètode dels pòrtics virtuals (ja conegut) es proposa el mètode directe, molt simple però amb fortes limitacions sobre les càrregues i la geometria.

Els moments de les seccions crítiques sobre els pilars i en mig dels trams es dedueixen a partir d'un percentatge en funció de la localització (Taula 22.4.3.2).

En aquest article només es parla de la distribució dels moments. El punxonament i l'armat s'han d'anar a cercar a d'altres articles de la Instrucció: art. 46 «Estados límites de punzonamiento» i art. 56.2 «Placas o losas sobre apoyos aislados».

## 5.6 Membranes i làmines

### a) Temes que es tracten

Membranes i làmines.

Generalitats

Tipus d'anàlisi estructural.

### b) Definició de conceptes a destacar

No hi ha conceptes importants a ressaltar.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ANÀLISI ESTRUCTURAL</b>	<b>cap. V</b>	-	-
Membranes i làmines	art. 23	art. 56	-
Generalitats	23.1		
Tipus d'anàlisi estructural	23.2		

### d) Comentaris

Tan sols comentar que s'afegeix la possibilitat d'utilitzar l'anàlisi no lineal.

## 5.7 Regions D

### a) Temes que es tracten

Regions D.

Generalitats.

Tipus d'anàlisi estructural (anàlisi lineal, mètode de bieles i tirants i anàlisi no lineal).

## b) Definició de conceptes a destacar

Regions D (de discontinuïtat) són estructures o parts d'una estructura en les quals no és vàlida la Teoria General de la Flexió, és a dir, allà on no són aplicables les hipòtesis de Bernoulli-Naviere.

Regions B són aquelles en què es compleixen aquestes hipòtesis.

## c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ANÀLISIS ESTRUCTURAL</b>	<b>cap. V</b>	-	-
<b>Regions D</b> Generalitats Tipus d'anàlisi estructural (anàlisi lineal, mètode de bieles i tirants i anàlisi no lineal)	<b>art. 24</b> 24.1 24.2	-	-

## d) Comentaris

Si es fa una llista de tots els llocs on no es compleix la hipòtesi de Naviere ens adonem de la importància de comptar amb una eina d'anàlisi per aquestes regions.

- Canvis de geometria.
- Zones d'aplicació de càrregues concentrades.
- Nusos estructurals.
- Bigues de gran cantell.
- Mènsules curtes.
- Massissos ( i pràcticament tots els elements de fonamentació etc.).

En l'article 24.2.2, «Método de las bielas y tirantes», es fa la proposta de substituir l'estructura o part de l'estructura que constitueixen regions D, per una estructura de barres articulades: comprimides (que es defineixen com a bieles i que normalment estan constituïdes per formigó) i traccionades (tirants) constituïdes per l'armadura.

A la Instrucció EHE hi ha una gran quantitat d'elements i de nusos que s'analitzen per aquest mètode.

## 5.8 Anàlisi en el temps

### a) Temes que es tracten

Anàlisi en el temps.

Consideracions generals.

Mètode general.

Mètode del coeficient d'envelliment.

Simplificacions.

### b) Definició de conceptes a destacar

Aquest tipus d'anàlisi no es realitzava de forma explícita a les Instruccions anteriors.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ANÀLISI ESTRUCTURAL</b>	<b>cap. V</b>	-	-
Anàlisi en el temps	art. 25	-	-
Consideracions generals	25.1		
Mètode general	25.2		
Mètode del coeficient d'envelliment	25.3		
Simplificacions	25.4		

#### d) Comentaris:

L'article 25, «Análisis en el tiempo», planteja un mètode que considera, en l'obtenció de les deformacions i dels esforços, els efectes dels fenòmens que es presenten de forma diferida:

- Fluència.
- Retracció.
- Envelliment del formigó.
- Relaxament de l'acer de pretesat.

Cal assenyalar que totes les propostes de mètodes d'anàlisi s'esmenten més com una «possibilitat» que com una «eina», la qual cosa provoca que se'n senti l'operativitat de la Instrucció.

## 6. Materials

### 6.1 Ciments, aigua, àrids i altres components del formigó

#### a) Temes que es tracten

Ciments.

Aigua.

Àrids.

Altres components del formigó (additius i addicions).

#### b) Definició de conceptes a destacar

No hi ha conceptes importants a remarcar.

#### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>MATERIALS</b>	<b>cap. VI</b>	<b>cap. II</b>	<b>cap. I</b>
Ciments	art. 26	art. 5	art. 7
Aigua	art. 27	art. 6	art. 8
Àrids	art. 28	art. 7	art. 9
Altres components del formigó	art. 29	art. 8	art. 10

#### d) Comentaris

Tot i no ser un apartat de caire estructural-numèric, interessa destacar pel que fa a la durabilitat l'augment notable de la quantitat de  $\text{SO}_3$  i de clorurs  $\text{Cl}^-$  admissible en els granulats.

Apareix com a tema nou (29.2.2) la possibilitat d'utilitzar el fum de sílice com addició del formigó.

## 6.2 Formigons

### a) Temes que es tracten

Formigons.

Composició.

Condicions de qualitat.

Característiques mecàniques.

Coefficients de conversió.

Valor mínim de resistència.

Docilitat del formigó.

### b) Definició de conceptes a destacar

Comentar que es modifiquen els valors de les resistències mínimes del formigó estructural.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>MATERIALS</b>	<b>cap. VI</b>	<b>cap. II</b>	<b>cap. I</b>
<b>Formigons</b>	<b>art. 30</b>	<b>art. 10</b>	<b>art. 11</b>
Composició	30.1	10.1	11.1
Condicions de qualitat	30.2	10.2	11.2
Característiques mecàniques	30.3 (art.39)	10.3 (art. 26)	11.3
Coefficients de conversió	30.4	10.4	11.4
Valor mínim de resistència	30.5	10.5	11.5
Docilitat del formigó	30.6	10.6	11.6

#### **d) Comentaris**

La resistència de projecte del formigó  $f_{ck}$  haurà de ser superior a 20 N/mm<sup>2</sup> en formigons en massa i 25 N/mm<sup>2</sup> en formigons armats o pretesats. Anteriorment la Instrucció no feia cap distinció i especificava un valor de 125 kp/cm<sup>2</sup> (12,25 N/mm<sup>2</sup>).

A la Instruccions anteriors es recomanava la utilització de formigons de consistència plàstica compactats per vibrat i la no utilització de la consistència fluida. A la EHE tan sols es recomana que en edificació el con d'Abrams no sigui inferior a 6 cm.

Es consideren els formigons amb enduriment ràpid, la base dels quals són certs ciments i una determinada relació aigua-ciment.

Apareix un paràgraf nou en què s'estableix que per determinades obres amb un nivell de control reduït s'haurà d'adoptar un valor de resistència de càlcul a la compressió no superior a 10 N/mm<sup>2</sup>.

### **6.3 Armadures**

#### **a) Temes que es tracten**

**Armadures passives.**

**Armadures actives.**

**Característiques mecàniques.**

**Sistemes de pretesat.**

**Dispositius d'ancoratge i empalmament d'armadures postteses.**

**Beines i accessoris.**

**Productes d'injecció.**

#### **b) Definició de conceptes a destacar**

No hi ha conceptes a remarcar.

c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93:

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>MATERIALS</b>	<b>cap. VI</b>	<b>cap. II</b>	<b>cap. I</b>
Armadures passives	art. 31	art. 9	art. 12
Armadures actives Característiques mecàniques	art. 32 32.2	-	art. 13 13.2
Sistemes de pretesat	art. 33	-	art. 14
Dispositius d'ancoratge i empalmament de les armadures posteses	art. 34	-	art. 15
Beines i accessoris	art. 35	-	art. 16
Productes d'injecció	art. 36	-	art. 17

d) Comentaris

Respecte a les armadures passives hi ha algunes variacions relatives als tipus i designació d'armadures i als diàmetres que ja estan comentades a la *Guia per a l'ús de la Instrucció EHE (materials, execució i control)*. Cal destacar la reaparició del diàmetre 14 mm i la desaparició de les barres llises.

De les armadures actives no hi ha diferències importants.

Com a tema nou, cal destacar la possibilitat d'utilitzar armadures electrosoldades en gelosia (31.4) i la definició d'un acer, B 400 SD, que garanteix el comportament de ductilitat elevada, sobretot davant d'accions sísmiques (annex 12).

## **7. Durabilitat**

### **a) Temes que es tracten**

**Durabilitat del formigó i de les armadures.**

Generalitats.

**Estratègies per a la durabilitat** (forma estructural, qualitat del formigó, recobriments, separadors, valors màxims de l'obertura de la fissura).

**Durabilitat del formigó** (dosificació, contingut d'aigua i ciment, resistència davant la gelada, l'atac per sulfats, l'aigua de mar, l'erosió i la reactivitat àlcali-àrid).

**Corrosió de l'armadura** (actives, passives i protecció).

### **b) Definició de conceptes a destacar**

Tot i que aquest tema no es tractava a les anteriors instruccions, no hi ha cap concepte nou a remarcar.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>DURABILITAT</b>	<b>cap. VI</b>	-	-
<b>Durabilitat del formigó i de les armadures</b>	<b>art. 37</b>	-	-
Generalitats	37.1		
Estratègies per a la durabilitat (forma estructural, qualitat del formigó, recobriments, separadors, valors màxims de l'obertura de la fissura)	37.2		
Durabilitat del formigó (dosificació, contingut d'aigua i ciment, resistència a la gelada, l'atac per sulfats, l'aigua de mar, l'erosió i la reactivitat àlcali-àrid)	37.3		
Corrosió de l'armadura (actives, passives i de protecció)	37.4		

### d) Comentaris

A les Instruccions anteriors no hi ha un capítol dedicat exclusivament a la durabilitat.

El recobriment del formigó és la distància entre la superfície exterior de l'armadura (incloent cercols i estreps) i la superfície de formigó més propera.

El recobriment nominal és igual al recobriment mínim més el marge de recobriment. Aquest darrer és 0 per prefabricats amb control intens de l'execució, 5 mm en elements in situ amb un nivell intens de control de l'execució i 10 mm en la resta dels casos.

El revestiment mínim està en funció de la classe d'exposició, de la resistència característica del formigó i del tipus d'element. En aquesta Instrucció es detallen més els ambients i se n'afegeixen d'altres, sobretot els relacionats als nivells d'atac químic (vegeu taula 37.2.4). Un altre canvi és que per a un ambient determinat el revestiment varia segons la resistència característica del formigó.

En el cas d'armadures posttenses els revestiments seran, almenys, iguals a 4 cm. Considerant els valors mínims de revestiment i el marge de revestiment, és possible que en formigons vistos hi hagi revestiments nominals de 5 cm, la qual cosa implica increments considerables d'armadura per control de la fissuració, per reducció en el cantell útil disponible i per increments importants dels pesos propis.

S'institucionalitza la col·locació de separadors.

Es fa una referència explícita al control de l'amplada de la fissura.

## **8. Dades dels materials per al projecte**

### **a) Temes que es tracten**

Característiques de l'acer.

Generalitats.

Diagrames tensió-deformació.

Resistències de càlcul.

Mòdul de deformació longitudinal.

Relaxació de l'acer.

Característiques de fatiga.

Característiques del formigó.

Definicions.

Tipificació.

Diagrames tensió-deformació.

Resistència de càlcul.

Mòdul de deformació.

Retracció.

Fluència.

Coefficient de Poisson i dilatació tèrmica.

### **b) Definició de conceptes a destacar**

Apareixen matisos en els diagrames característics (vegeu comentaris).

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>DADES DELS MATERIALS PER EL PROJECTE</b>	<b>cap. VIII</b>	<b>cap. IV</b>	<b>cap. IV</b>
<b>Característiques de l'acer</b>	<b>art. 38</b>	<b>art. 25</b>	<b>art. 34</b>
Generalitats	38.1	-	34.1
Diagrames de tensió-deformació	38.2, 38.4, 38.5 i 38.7	25.1 i 25.3	34.2, 34.4, 34.5 i 34.7
Resistències de càlcul	38.3 i 38.6	25.2	34.3 i 34.6
Mòdul de deformació longitudinal	38.8	-	34.8
Relaxació de l'acer	38.9	-	34.9
Característiques de la fatiga	38.10 i 38.11	-	-
<b>Característiques del formigó</b>	<b>art. 39</b>	<b>art. 26</b>	<b>art. 35</b>
Definicions (resistència a tracció)	39.1	26.1 i 10.3	35.1 i 11.3
Tipificació	39.2	26.2	35.2
Diagrames de tensió-deformació	39.3 i 39.5	26.4 i 26.6	35.4 i 35.6
Resistència de càlcul	39.4	26.3 i 26.5	35.3 i 35.5
Mòdul de deformació	39.6	26.7	35.7
Retracció	39.7	26.8	35.8
Fluència	39.8	26.9	35.9
Coeficient de Poisson i dilatació tèrmica	39.9 i 39.10	26.10 i 26.11	35.10 i 35.11

### d) Comentaris

#### En l'acer:

Quan no es tinguin dades experimentals es pot suposar que el diagrama característic adopta una forma bilineal en què la branca superior no és horitzontal ( $f_{max.} > f_{yk}$ ).

En el cas d'utilitzar un nivell reduït de control per l'acer s'haurà de prendre com a resistència de càlcul el valor (tant per tracció com per compressió):

$$f_{yd} = \frac{0,75 f_{yk}}{\gamma_s}$$

També es fa referència a què si coincideixen acers amb diferent límit elàstic, cada un s'haurà de calcular segons el seu diagrama corresponent.

En cordons de pretesat, com valors novals i reiteratius del mòdul de deformació longitudinal, es podran adoptar els que estableixi el fabricant o es determini experimentalment. En el diagrama característic s'ha d'adoptar el mòdul reiteratiu. Si no hi ha valors experimentals es pot adoptar el valor  $E_p = 190.000 \text{ N/mm}^2$ .

El mòdul de deformació de l'acer és  $200.000 \text{ N/mm}^2$ .

Apareix un apartat nou on es fa referència a les característiques de fatiga de les armadures, on bàsicament s'especifica quin ha de ser el límit de fatiga.

**En el formigó:**

S'afegeix la resistència mitjana a la tracció  $f_{ct,m}$  y la resistència característica superior  $f_{ct,k 0.95}$ .

Els formigons es tipifiquen amb un format específic del qual ja es parla a la guia de materials, execució i control.

Es recomana considerar el següent escalat de resistències característiques en  $\text{N/mm}^2$ :

20, 25, 30, 35, 40, 45 i 50.

Canvien les expressions que determinen els mòduls de deformació a càrregues instantànies o ràpidament variables. Es fa referència a la resistència mitjana del formigó i no a la característica. A més, en els comentaris apareixen unes taules on es corregeix el mòdul de deformació amb uns factors que depenen de la naturalesa de l'àrid i de l'edat del formigó.

El mètode simplificat de càlcul de seccions en esgotament o «momento tope» (art. 37) queda substituït pel mètode de diagrama rectangular de la part de formigó comprimida (39.5 i annex 8).

En aquesta Instrucció no es fa referència a la resistència mínima del formigó en funció de la de l'acer.

A l'apartat de resistència de càlcul del formigó no es fa referència a la reducció d'un 10% que s'establia anteriorment en els elements formigonats verticalment.

Es varia el mètode de càlcul de la retracció i de la fluència del formigó.

Els gràfics del gruix fictici sobre la retracció, de l'evolució de la retracció en el temps i de l'evolució de la deformació elàstica diferida, han estat substituïts per formulació.

## 9. Capacitat resistent de bieles, tirants i nusos

### a) Temes que es tracten

Capacitat resistent de bieles, tirants i nusos.

Generalitats.

Capacitat resistent dels tirants constituïts per armadures.

Capacitat resistent de les bieles.

Capacitat resistent dels nusos.

### b) Definició de conceptes a destacar

En aquest article es comença a desenvolupar tota una teoria per ser aplicada en les regions D.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CAPACITAT RESISTENT DE BIELES, TIRANTS I NUSOS</b>	<b>cap. XI</b>	-	-
Capacitat resistent de bieles, tirants i nusos	art. 40	-	-
Generalitats	40.1		
Capacitat resistent dels tirants constituïts per armadures	40.2		
Capacitat resistent de les bieles	40.3		
Capacitat resistent dels nusos	40.4		

### d) Comentaris

Aquest tema no es tractava de forma específica a les Instruccions anteriors. Tan sols destacar que a l'article 40, «Capacidad resistente de bielas, tirantes i nudos», es desenvolupa tot un mètode (nou) d'anàlisi de bieles en diverses situacions (de fissuració, per exemple) i, sobretot, d'anàlisi dels nusos estructurals.

La capacitat resistent màxima de bieles a compressió es limita als valors:

En compressió uniaxial:	$f_{1cd}=0,85 f_{cd}$
En fissures paral·leles a les bieles:	$f_{1cd}=0,7 f_{cd}$
Quan les bieles transmeten compressions a través de fissures:	$f_{1cd}=0,6 f_{cd}$
Quan transmeten compressions a través de fissures de gran obertura:	$f_{1cd}=0,4 f_{cd}$
En estats biaxials de compressió:	$f_{2cd}=f_{cd}$
En estats triaxials de compressió:	$f_{3cd}=3,3 f_{cd}$
En nusos amb tirants ancorats:	$f_{2cd}=0,7 f_{cd}$

## **10. Càlculs relatius als estats límit darrers**

### **10.1 Estat límit d'equilibri i estat límit d'esgotament davant sol·licitacions normals**

#### **a) Temes que es tracten**

Estat límit d'equilibri.

Estat límit d'esgotament davant sol·licitacions normals.

Principis generals de càlcul (definició de la secció, hipòtesis bàsiques, dominis de deformació i dimensionat i comprovació de seccions)

Casos particulars (excentricitat mínima, efecte de confinament del formigó i armadures actives no adherents).

Disposicions relatives a les armadures (flexió simple o composta, compressió simple o composta, tracció simple o composta, quanties geomètriques mínimes).

#### **b) Definició de conceptes a destacar**

En aquest apartat no hi ha conceptes a ressaltar.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CÀLCULS RELATIUS ALS ESTATS LÍMIT DARRERS</b>	<b>cap. X</b>	<b>cap. VII</b>	<b>cap. VII i VIII</b>
Estat límit d'equilibri	art. 41		art. 45
Estat límit d'esgotament davant sol·licitacions normals	art. 42	art. 36	art. 46 i 47
Principis generals de càlcul (definició de la secció, hipòtesis bàsiques, dominis de deformació i dimensionat i comprovació de seccions)	42.1	36.1 i 36.2	47.1, 47.2, 47.3 i 47.4
Casos particulars (excentricitat mínima, efecte de confinament del formigó i armadures actives no adherents)	42.2	42.2.2 i 36.4	47.5 i 47.6
Disposicions relatives a les armadures (flexió simple o composta, compressió simple o composta, tracció simple o composta, quanties geomètriques mínimes)	42.3	art. 38	47.8

### d) Comentaris

A l'estat límit d'esgotament davant sol·licitacions normals hi ha petites diferències que no es consideren significatives.

El tema del formigó confinat en peces encercolades, a la EHE ve associat a bieles de formigó confinat per mitjà d'una armadura situada adequadament (art. 40.3.4).

Desapareix el mètode simplificat de càlcul que es descrivia a la EP-93.

Respecte a les disposicions relatives a les armadures tan sols destacar els següents aspectes:

En els comentaris de les generalitats de l'article 42.3.1 hi trobem aspectes referents a les disposicions dels estreps per travar eficaçment les armadures longitudinals que a la EH-91 apareixien als comentaris de l'article 38.2, compressió simple o composta.

La taula de quanties geomètriques mínimes és a l'article 42.3.5 (EHE) quan a la EH-91 estava a la taula 38.3. Tal sols destacar que s'augmenten considerablement les quanties de les armadures geomètriques mínimes de murs (sobretot les horitzontals) i lloses.

## **10.2 Estat límit d'inestabilitat**

### **a) Temes que es tracten**

**Estat límit d'inestabilitat.**

Generalitats.

Mètode general.

Comprovació d'estructures intraslacionals.

Comprovació d'estructures traslacionals.

Comprovació de suports aïllats (mètode general, mètode aproximat per flexió composta recta i mètode aproximat per flexió composta esbiaixada).

### **b) Definició de conceptes a destacar**

En aquest apartat no hi ha cap conceptes a remarcar.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CÀLCULS RELATIUS ALS ESTATS LÍMIT DARRERS</b>	<b>cap. X</b>	<b>cap. VII</b>	<b>cap. VII i VIII</b>
<b>Estat límit d'inestabilitat</b>	<b>art. 41</b>	<b>art. 43</b>	<b>art. 49</b>
Generalitats	43.1	43.1	49.1
Mètode general	43.2	43.2	49.2
Comprovació d'estructures intraslacionals	43.3	43.3	49.3
Comprovació d'estructures traslacionals	43.4	43.4	49.4
Comprovació de suports aïllats (mètode general, mètode aproximat per flexió composta recta i mètode aproximat per flexió composta esviada)	43.5	43.5	49.5

### d) Comentaris

Bàsicament els conceptes són semblants, tan sols destacar que apareixen dos mètodes aproximats de comprovació de dos estats específics: la flexió composta recta i la flexió composta esbiaixada.

## 10.3 Estat límit d'esgotament enfront de tallant

### a) Temes que es tracten

Estat límit d'esgotament enfront de tallant.

Consideracions generals.

Resistència a esforç tallant d'elements lineals, plaques i lloses.

### b) Definició de conceptes a destacar

A les Instruccions anteriors aquest tema no es tracta com un estat límit.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CÀLCULS RELATIUS ALS ESTATS LÍMIT DARRERS</b>	<b>cap. X</b>	<b>cap. VII</b>	<b>cap. VII i VIII</b>
Estat límit d'esgotament enfront de tallant	art. 44	39.1	48.1
Consideracions generals	44.1		
Resistència a esforç tallant d'elements lineals, plaques i lloses	44.2		

### d) Comentaris

A les Instruccions anteriors aquest tema es tracta com «cálculo resistente de secciones sometidas a solicitaciones tangentes». A la EHE es tracta com «estado límite de agotamiento frente al cortante».

A la nova Instrucció es planteja un sistema únic per elements lineals i per plaques i lloses (d'aquestes darreres en diu «piezas sin armadura de cortante»), mentre que a la EH-91 i a la EP-93 hi havia un capítol específic per cada tema.

A les Instruccions anteriors del model que s'utilitza per determinar la formulació en diu «regla de cosido», mentre que a la EHE es fa servir el mateix model, però l'anomena «método de bielas y tirantes».

Es troben variacions substancials en la formulació, sobretot a la EH-91, ja que s'ha introduït l'efecte de la força de pretesat. Es tindrà criteri sobre elles després d'aplicacions repetides que encara no s'han

realitzat.

Aquests canvis els podem trobar en les expressions relatives a: esforç tallant d'esgotament per compressió obliqua de l'ànima, esforç d'esgotament per tracció en l'ànima, contribució de l'armadura transversal, contribució del formigó a la resistència al tallant, separació màxima entre armadures ( la separació entre estreps està en funció de la relació entre  $V_{rd}$ ,  $V_{u1}$  i  $V_{u2}$ ) i la contribució de les armadures longitudinals.

A diferència de la EH-91, l'esforç tallant reduït passa a anomenar-se esforç tallant efectiu. En la formulació d'aquest apartat tan sols s'introdueix el pretesat.

Respecte a la EH-91, apareix l'article 44.2.3.5 on s'especifica que per calcular la unió entre ales i ànimes del caps de bigues (en T, en I o en calaix) i, per tant, tenir en compte el rasant que es genera, s'utilitzarà el mètode de bieles i tirants. A la EH-91 aquest tema es tractava en el comentari del punt 39.1.3.3.2.

Desapareix un apartat de la EP-93 (48.1.3.7) on s'especificava quina havia de ser la resistència de peces compostes, és a dir, constituïdes per elements de formigó de diferent edat que s'uneixen. En tot cas, està substituït per l'estat límit d'esgotament per esforç rasant en junts entre formigons (art. 47).

## **10.4 Estat límit d'esgotament per torsió en elements lineals**

### **a) Temes que es tracten**

**Estat límit d'esgotament per torsió en elements lineals.**

Consideracions generals.

Torsió pura.

Interacció entre torsió i altres esforços.

### b) Definició de conceptes a destacar

A les Instruccions anteriors aquest tema no es tracta com un estat límit. Els canvis en la formulació presenten analogies al punt anterior, estat límit d'esgotament enfront del tallant.

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CÀLCULS RELATIUS ALS ESTATS LÍMIT DARRERS</b>	<b>cap. X</b>	<b>cap. VII</b>	<b>cap. VII i VIII</b>
Estat límit d'esgotament per torsió en elements lineals	art. 45	art. 39.2	art. 48.2
Consideracions generals	45.1		
Torsió pura	45.2		
Interacció entre torsió i altres esforços	45.3		

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

#### d) Comentaris

No hi ha diferències significatives, tot i que se li dona un tractament més extens i varia la formulació general en alguns apartats, com per exemple en les comprovacions a realitzar (45.2.2) i en l'obtenció dels moments torsors ( $T_d$ ,  $T_{u1}$ ,  $T_{u2}$  i  $T_{u3}$ ).

Respecte a la EP-93, s'analitza amb més detall la combinació de la torsió amb d'altres esforços. Apareix un mètode simplificat pel càlcul de la torsió combinada amb flexió i axil i per la torsió combinada amb tallant.

## 10.5 Estat límit de punxonament.

### a) Temes que es tracten

#### Estat límit de punxonament.

Consideracions generals.

Lloses sense armadura a punxonament.

Lloses amb armadura a punxonament.

Resistència màxima.

Disposicions relatives a les armadures.

### b) Definició de conceptes a destacar

Estat límit nou que no es tractava a les anteriors Instruccions.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CÀLCULS RELATIUS ALS ESTATS LÍMIT DARRERS</b>	<b>cap. X</b>	<b>cap. VII</b>	<b>cap. VII i VIII</b>
<b>Estat límite de punxonament</b>	<b>art. 46</b>	<b>55.5</b>	<b>-</b>
Consideracions generals	46.1		
Lloses sense armadura a punxonament	46.2		
Lloses amb armadura a punxonament	46.3		
Resistència màxima	46.4		
Disposicions relatives a les armadures	46.5		

### d) Comentaris

Es tracta el punxonament, que fins ara només havia estat un mètode de càlcul a tallant subsidiari del càlcul de lloses sobre pilars (art. 55 de la EH-91), com un estat límit independent, vinculat evidentment, als estats límit d'esgotament per esforços rasants.

Dintre de l'apartat de consideracions generals es defineix l'àrea crítica, limitant-la a una distància igual a  $2d$  des del perímetre de l'àrea carregada o suport, essent  $d$  el cantell útil de la llosa, quan a la EH-91 aquest mateix valor era de  $0,5d$ . S'adopta el criteri d'arrodonit les cantonades de l'àrea crítica.

Varia notablement la formulació referent a les comprovacions que s'han de realitzar, tant per saber si és necessari l'armat a punxonament de les lloses, com en el dimensionat de l'armat. Es fa constar que en la versió editada de la Instrucció amb la qual contem actualment hi ha d'haver algun error ja que queda per definir la variable  $A_{sw}$  (armadura total de punxonament).

Es comprova si és necessària més armadura a la zona exterior a l'armadura de punxonament.

Apareix un apartat on es fa referència a la resistència màxima de punxonament que es pot assolir (46.4).

Les disposicions constructives de la EH-91 queden substituïdes per l'apartat referent a les disposicions relatives a les armadures (46.5).

## **10.6 Estat límit d'esgotament per esforç rasant en junts entre formigons**

### **a) Temes que es tracten**

**Estat límit d'esgotament per esforç rasant en juntes entre formigons.**

Generalitats.

Resistència a esforç rasant en juntes entre formigons.

Disposicions relatives a les armadures.

### **b) Definició de conceptes a destacar**

Estats límit nou que anteriorment no es tractava.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CÀLCULS RELATIUS ALS ESTATS LÍMIT DARRERS</b>	<b>cap. X</b>	<b>cap. VII</b>	<b>cap. VII i VIII</b>
Estat límit d'esgotament per esforç rasant en juntes entre formigons	art. 47	-	-
Generalitats	47.1		
Resistència a esforç rasant en juntes entre formigons	47.2		
Disposicions relatives a les armadures	47.3		

### d) Comentaris

Es parla per primera vegada d'un estat límit basat en l'esgotament per esforç rasant en junts entre formigons.

Es defineix una tensió màxima rasant a la qual es veu sol·licitat el junt que, bàsicament, depèn de la resistència de càlcul del formigó i de l'acer, de les característiques de l'armadura de cosit, de la superfície de contacte per unitat de longitud, de la rugositat de la superfície i de la tensió externa normal al pla del junt.

A l'apartat dedicat a les disposicions relatives a les armadures es defineix el concepte de junt fràgil i junt dúctil, prenent com a referència el valor donat a l'article de Resistència màxima (47.2) per poder comptabilitzar la contribució de l'armadura de cosit.

## 10.7 Estat límit de fatiga

### a) Temes que es tracten

Estat límit de fatiga.

Principis.

Comprovacions a realitzar (formigons i armadures actives i passives).

### b) Definició de conceptes a destacar

Tot i que es tracta d'un estat límit nou que anteriorment no es tractava, no hi ha conceptes a destacar.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CÀLCULS RELATIUS ALS ESTATS LÍMIT DARRERS</b>	<b>cap. X</b>	<b>cap. VII</b>	<b>cap. VII i VIII</b>
Estat límit de fatiga	art. 48	-	-
Principis	48.1		
Comprovacions a realitzar (formigons i armadures actives i passives)	48.2		

### d) Comentaris

S'inclou la fatiga com nou estat límit a l'articulat, i s'especifica que «en estructures normals no sol ser necessària la comprovació d'aquest estat límit».

Per tal de comprovar la seguretat d'un element o detall estructural davant la fatiga s'ha de complir la condició general especificada a 8.1.2 referent als estats límit darrers. Les comprovacions s'hauran de fer per separat pel formigó i l'acer.

## 11. Càlcul relatiu als estats límit de servei

### 11.1 Estat límit de fissuració

#### a) Temes que es tracten

Estat límit de fissuració.

Consideracions generals.

Fissuració per sol·licitacions normals.

Limitacions de la fissuració per esforç tallant.

Limitació de la fissuració per torsió.

#### b) Definició de conceptes a destacar

En aquest apartat no hi ha cap concepte a ressaltar.

#### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CÀLCUL RELATIU ALS ESTATS LÍMIT DE SERVEI</b>	<b>cap. XI</b>	-	<b>cap. X</b>
Estat límit de fissuració	art. 49	art. 44	art. 51
Consideracions generals	49.1	art. 44	art. 51
Fissuració per sol·licitacions normals	49.2		art. 52
Limitacions de la fissuració per esforç tallant	49.3		
Limitació de la fissuració per torsió	49.4		art. 53

#### d) Comentaris

A la nova Instrucció hi ha més classes d'exposició que provoquen canvis significatius en els valors màxims admissibles de l'obertura de fissura (taula 49.2.4).

En general, respecte a la EP-93, hi ha canvis significatius a l'articulat i a la formulació. Desapareixen els subarticles dedicats a la definició dels diferents tipus de seccions (secció bruta, secció neta, secció homogeneïtzada i secció eficaç), que a la EHE els podem trobar a l'article 18.2.3.

Respecte a la EH-91, apareixen com a temes nous els apartats dedicats a la fissuració per tallant i per torsió.

Desapareix el mètode simplificat de càlcul que trobàvem a la EH-91 on s'especificava que no era necessari comprovar l'amplada de fissura si les armadures eren corrugades i si els valors de les tensions de servei eren inferiors als de la taula 44.4 (EH-91).

## **11.2 Estat límit de deformació**

### **a) Temes que es tracten**

**Estat límit de deformació.**

Consideracions generals.

Elements sotmesos a flexió simple o composta (mètode general, mètode simplificat).

Elements sotmesos a torsió.

Elements sol·licitats a tracció pura.

### **b) Definició de conceptes a destacar**

Anteriorment, a la EH-91, no es tractava la deformació com un estat límit.

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CÀLCULS RELATIUS ALS ESTATS LÍMIT DE SERVEI</b>	<b>cap. XI</b>	-	<b>cap. X</b>
Estat límit de deformació	art. 50	art. 45	cap. XI
Consideracions generals	50.1	45.1	art. 54
Elements sotmesos a flexió simple o composta (mètode general, mètode simplificat)	50.2	45.2, 45.3 y 45.4	art. 55
Elements sotmesos a torsió	50.3		art. 56
Elements sol·licitats a tracció pura	50.4		

### d) Comentaris

Com aspecte més important, a l'estat límit de deformació apareix una taula de cantells mínims que estalvia la comprovació de la fletxa en situacions normals d'ús en edificació i per elements armats amb acer  $f_{yk}=500 \text{ N/mm}^2$  (Taula 50.2.2.1).

En el càlcul de la fletxa instantània i la fletxa diferida, tan sols destacar que hi ha algun canvi en la formulació respecte a la EP-93. Bàsicament, no es té en compte el moment que crea la força de pretesat ( $0,9 M_{ki}$  e).

Respecte a la EH-91, es fa referència al gir de les peces sol·licitades a torsió i als allargaments unitaris de les peces sol·licitades a tracció pura.

### 11.3 Estat límit de vibracions

a) Temes que es tracten:

Estat límit de vibracions.  
Consideracions generals.  
Comportament dinàmic.

b) Definició de conceptes a destacar

L'estat límit de vibracions es un estat nou que anteriorment no es tractava.

c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>CÀLCULS RELATIUS ALS ESTATS LÍMIT DE SERVEI</b>	<b>cap. XI</b>	-	<b>cap. X</b>
Estat límit de vibracions	art. 51	-	-
Consideracions generals	51.1		
Comportament dinàmic	51.2		

d) Comentaris:

Bàsicament, per tal de preveure l'efecte de les vibracions sobre l'estructura i els ocupants, s'haurà de projectar l'estructura de tal forma que les freqüències naturals de vibració s'allunyin suficientment dels valors crítics exposats a la taula 51.2.

## 12. Elements estructurals

### 12.1 Elements estructurals de formigó en massa, forjats, bigues i suports

#### a) Temes que es tracten

Elements estructurals de formigó en massa.

Forjats.

Bigues.

Suports.

#### b) Definició de conceptes a destacar

En aquest apartat no hi ha cap concepte a ressaltar.

#### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ELEMENTS ESTRUCTURALS</b>	<b>cap. XII</b>	<b>cap. VIII</b>	-
Elements estructurals de formigó en massa	art. 52	art. 46	-
Forjats	art. 53	art. 47	-
Bigues	art. 54	art. 48	-
Suports	art. 55	art. 49	-

#### d) Comentaris

En els apartats de la EHE dels elements estructurals de formigó en massa, tan sols comentar que han desaparegut els articles que fan referència a la resistència de càlcul del formigó (46.3) i al diagrama tensió-deformació del formigó (46.4).

Tal com es comenta a la *Guia per a l'ús de la Instrucció EHE (materials, execució i control)* varien els tipus de formigons que podem utilitzar.

Pel què respecte als forjats no es produeixen canvis significatius.

Tant en les bigues com en els suports els conceptes són els mateixos i tan sols canvia l'articulat referent a les comprovacions.

## 12.2 Plaques i lloses, murs i làmines

### a) Temes que es tracten

Plaques i lloses.

Murs.

Làmines.

### b) Definició de conceptes a destacar

En aquest apartat no hi ha conceptes a remarcar.

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ELEMENTS ESTRUCTURALS</b>	<b>cap. XII</b>	<b>cap. VIII</b>	-
Plaques i lloses	art. 56	art. 53, 54 i 55	-
Murs	art. 57	-	-
Làmines	art. 58	art. 56	-

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

#### d) Comentaris

En les plaques i lloses, la part de càlcul s'ha segregat de la d'armat i de les disposicions constructives (art. 22). Les peces en T, que a la EH-91 estaven en aquests apartats, han passat al punt 18.2.

Cal destacar que en les plaques de formigó armat, el valor del cantell total mínim ( $L/32$  massisses i  $L/28$  alleugerides) és força baix i pot presentar problemes de cara a les fletxes.

En aquest apartat, mentre que a la nova Instrucció es recomana que el gruix de la capa de compressió no sigui inferior a 5 cm i s'haurà de disposar una malla de repartiment, a la EH-91 es proposa un gruix de 3 cm i no es parla de l'armadura de repartiment.

L'apartat de murs no apareixia a la EH-91. Bàsicament el seu càlcul es refereix a la comprovació de diferents estats límit; la disposició de les armadures; etc. que cal buscar-los a d'altres articles de la Instrucció.

En les làmines, respecte a la normativa anterior, els conceptes són els mateixos i tan sols canvia l'articulat on s'han de realitzar les comprovacions.

### **12.3 Elements de fonamentació i càrregues concentrades sobre massissos**

#### a) Temes que es tracten

Elements de fonamentació.

Càrregues concentrades sobre massissos.

#### b) Definició de conceptes a destacar

No hi ha cap definició important a ressaltar.

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
<b>ELEMENTS ESTRUCTURALS</b>	<b>cap. XII</b>	<b>cap. VIII</b>	-
Elements de fonamentació	art. 59	art. 58	-
Càrregues concentrades sobre massissos	art. 60	art. 57	-

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

#### d) Comentaris

En els elements de fonamentació no es produeixen canvis importants. Els tipus es redueixen a les sabates flexibles i a les rígides. A les rígides s'aplica el mètode de bieles i tirants (anteriorment aquest punt no estava tan formalitzat). A les flexibles s'aplica la teoria de la flexió.

Apareix un nou apartat (59.6) sobre pilons, en el que es diu específicament *la comprobación de un pilote es análoga a la de un soporte (art. 55)* i es prescriu una forma de determinar el diàmetre de càlcul ( $d_{cal}$ ).

Com temes nous també trobem els apartats dedicats a les parets sobre pilons i a les lloses de fonamentació.

Desapareixen, tal com passa en tota la norma, els temes referents a l'adherència de les armadures.

Respecte a les càrregues concentrades sobre massissos, els conceptes són iguals, però a la nova Instrucció es justifica pel mètode de bieles i tirants ja que es tracta d'una zona D (no es compleix la llei de Bernoulli-Naviere).

Bàsicament, es tracta d'un tema (fonamentalment basat en el mètode de bieles i tirants) molt més ordenat i entenedor que el corresponent de la EH-91.

## **12.4 Zones d'ancoratge, bigues de gran cantell, mènsules curtes i elements amb empenta al buit**

### **a) Temes que es tracten**

Zones d'ancoratge.

Bigues de gran cantell.

Mènsules curtes.

Elements amb empenta al buit.

### **b) Definició de conceptes a destacar**

<b>TEMA</b>	<b>EHE</b>	<b>EH-91</b>	<b>EP-93</b>
<b>ELEMENTS ESTRUCTURALS</b>	<b>cap. XII</b>	<b>cap. VIII</b>	<b>-</b>
Zones d'ancoratge	art. 61	-	art. 57
Bigues de gran cantell	art. 62	art. 59	-
Mènsules curtes	art. 63	art. 61	-
Elements amb empenta al buit	art. 64	art. 51	-

S'aplica el mètode de les bieles i tirants per justificar les prescripcions d'alguns dels articles.

### **c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93**

### **d) Comentaris**

Les zones d'ancoratge en ser una regió D, es refereixen al mètode general d'anàlisi per aquest tipus d'elements (bieles i tirants).

A les bigues de gran cantell la nova Instrucció es refereix als criteris generals de regió D i varia la formulació proposada per la EH-91.

Les mènsules curtes es tracten amb el mètode de bieles i tirants, per tant canvia la formulació.

En resum, en aquests dos articles, s'aprofita el mètode de bieles i tirants per justificar tant la formulació com el posicionament de les armadures principals.

No s'introdueixen variacions importants, en els elements amb empenta al buit. Pel que es refereix a les peces circulars, en canvi, desapareixen els apartats dedicats a les peces de secció prima i a les peces de cantell superior a 60 cm.

Bàsicament, el tema es generalitza ja que a les instruccions anteriors només es tractava en casos concrets (per exemple lloses).

### **13. Execució**

#### **a) Temes que es tracten**

Junts de formigonat i unions de formigonat entre elements prefabricats.

#### **b) Definició de conceptes a destacar**

Les unions de continuïtat entre peces prefabricades no es tractava a cap Instrucció anterior.

#### **c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93**

<b>TEMA</b>	<b>EHE</b>	<b>EH-91</b>	<b>EP-93</b>
Junts de formigonat	art. 71	art. 17	art. 24
Unions de formigonat entre elements prefabricats	art. 77	-	-

#### **d) Comentaris**

Els junts de formigonat han d'estar previstos en el projecte i la seva forma ha de ser objecte de disseny.

Les unions entre les diverses peces prefabricades o entre elles i els elements construïts in situ hauran d'assegurar la correcta transmissió dels esforços (que el seu comportament s'ajusti a les hipòtesis de projecte) i han de poder absorbir les toleràncies dimensionals sense originar esforços anòmals.

## 14. Annexos

### a) Temes que es tracten

Protecció contra el foc.

Càlcul simplificat de seccions en estat límit d'esgotament davant accions normals.

Anàlisi de seccions fissurades en servei sotmeses a flexió simple

Requisits especials recomanats per a estructures sotmeses a accions sísmiques.

### b) Definició de conceptes a destacar

En aquest apartat no hi ha cap concepte a ressaltar (vegeu comentaris).

### c) Correspondència entre la EHE, la EH-91 i la EP-93

TEMA	EHE	EH-91	EP-93
Protecció contra el foc	Annex 7	Annex 6	-
Càlcul simplificat de seccions en estat límit d'esgotament enfront accions normals	Annex 8	Annex 7	-
Anàlisi de seccions fissurades en servei sotmeses a flexió simple	Annex 9	-	-
Toleràncies	Annex 10	-	-
Formigons d'alta resistència	Annex 11	-	-
Requisits especials recomanats per a estructures sotmeses a accions sísmiques	Annex 12	-	-

#### d) Comentaris

En el càlcul simplificat de seccions en estat límit d'esgotament davant accions normals, tal com hem comentat anteriorment, la Instrucció EHE, a diferència de la EH-91, planteja com a sistema de càlcul el mètode del diagrama rectangular sense topall.

Els requisits especials per a estructures de formigó sotmeses a accions sísmiques no es tracten a les Instruccions anteriors.

Sense entrar en detall, cal senyalar que sovint s'adopten criteris diferents d'aquells que s'especifiquen en algunes normes bàsiques (CPI i NCSE).

Tampoc s'esmenta, a les Instruccions anteriors, les recomanacions que fa la EHE sobre formigons d'alta resistència ni sobre toleràncies dimensionals, aspecte fonamental per poder deduir les mides de càlcul.

Desapareix, respecte la EH-91, l'annex que fa referència a l'adherència de les barres corrugades.

## 15. Índex alfabètic de continguts\*

ABOCADA	70-71-72-73
ACABAT	76
ACCIONS	9-10-11-12-13-Annex 12
ADDITIONS	29.2
ADDITIUS	29.1-69.2.4.4
AGRESSIVITAT	Annex 5
AIGUA	27-69.2.4.3
AIGUA/CIMENT	37.3.2
AMBIENT	8.2
AMPLADA EFICAÇ	18.2.1
ANÀLISI	17-18-19-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-Annexes 8 i 9
ANCORATGE D'ARMADURES	66.5
ARMADURES	31-38-42.3-44.2.3.4-45.2.3-46.5-47.3-59.8-66
ARMAT	66
BIELES, TIRANTS I NUSOS	40
BIGUES	54
BIGUES- RIOSTRA (DE FONAMENTACIÓ)	59.5
BIGUES CENTRADORES	59.5
BIGUES DE GRAN CANTELL	62
CÀLCUL	17-18-19-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-Annexes 8 i 9
CANTELL MÍNIM (BIGUES, LLOSES, PLAQUES)	50.2.2.1
CANTELL MÍNIM (FONAMENTS)	59.8.1
CENDRES	29.2.1
CERTIFICACIONS, DISTINTIUS, SEGURETAT	6-12.1-15.3-95.5
CIMENT	26-37.3.2-69.2.4.1- Annexes 3 i 4
COEFICIENTS DE SEGURETAT	6-12.1-15.3-95.5
COMPACTACIÓ	70
COMPRESSIÓ	42.3.3-52.4-52.5
CONSISTÈNCIA	30.6
CONTROL	69.2.9-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-95-99
CONTROL DE L'EXECUCIÓ	95-99
CONTROL DE RECEPCIÓ	69.2.9-83-84-85-88-90-95-99
CONTROL DELS MATERIALS	81-82-83-84-85-86-87-88-89-90
CORROSIÓ	37.4
CURAT	74

\*realitzat per Josep Ignasi de Llorens per a l'Escola J.LL. Sert del COAC

DESENCOFRAT	75
DISTACIES ENTRE BARRES	66.4
DOBLEGAT DE BARRES	66.3
DOCUMENTS	4-69.2.9.1
DOMINIS DE DEFORMACIÓ	42.1.3
DOSIFICACIÓ	68-69.2.3
DURABILITAT	8.2-37-Annex 5
EMPALMAMENT D'ARMADURES	66.6
ENCEPS	59
ENCOFRAT	65-75
ENVELLIMENT	25
ESTATS LÍMIT	8.1
ESTATS LÍMIT DE SERVEI	8.1.3-49-50-51-Annex 9
ESTATS LÍMIT ÚLTIMS	8.1.2-41-42-43-44-45-46-47-48-Annex 8
ESTREPS	42.3.1-44.2.3.4.1-45.2.3
ESTRUCTURES RETICULARS PLANES	21
EXCENTRICITAT	42.2.1
EXECUCIÓ	65-66-68-69-70-71-72-73-74-75
FABRICACIÓ	69
FATIGA	48
FISSURACIÓ	37.2.6-49
FLETXA	50.2.2.2-50.2.2.3
FLEXIÓ	42.3.2-43.5.1-43.5.2-43.5.3
FLUÈNCIA	25-39.8
FOC	Annex 7
FONAMENTS	59
FORJATS	53
FORJATS RETICULARS	22-56
FORMIGÓ	30-37.3.2-39-68-69.2.8-Annex 11
FORMIGÓ EN MASSA	52-59.7
GRANULATS	28-69.2.4.2
GRANULOMETRIA	28.3.3
GRUPS DE BARRES	66.4.2-66.5.3-66.6.3
JUNTS	47-71-77
LÀMINES	23-58
LLOSES	22-56
LLOSES DE FONAMENTACIÓ	59.4.2.2
LLUM	18.2.2
MALLES	31.3-66.5.4-66.6.4
MANIGUETS D'EMPALMAMENT	66.6.6
MASSISSOS	60

MATERIALS	15-26-31-38-39-81
MEMBRANES	23
MEMÒRIA	4.2
MÈNSULES CURTES	63
MURS	57
NORMES UNE	Annex 2
NOTACIÓ	Annex 1
PANDEIG	43-52.6
PASTAT	69.2.5-69.2.6
PILARS	55
PILONS	59.6
PLÀNOLS	4.3
PLAQUES	22-56
PLEC DE CONDICIONS	4.4
PÒRTICS VIRTUALS	22.4.4
POSADA A L'OBRA	65-66-68-69-70-71-72-73-74-75
PRESSUPOST	4.5
PROJECTE	4
PROVES DE CÀRREGA	99
PUNXONAMENT	46
QUANTIES MÍNIMES	42.3.5-59.8
RASANT	44.2.3.5-47
RECEPCIÓ	69.2.9-83-84-85-88-89-90-95-99
RECOBRIMENTS	37.2.4
REGIONS D (BIELES, TIRANTS, MASSISSOS)	24-40-60
RELAXAMENT	25
REQUERIMENTS	5
RESISTÈNCIA DE FORMIGÓ	30.5-37.3.2
RETRACCIÓ	25-39.7
SABATES	59
SECCIÓ	18.2.3
SECCIÓ FISURADA	18.2.3.5
SEGELLS DE QUALITAT,	1.1
SEPARADORS	37.2.5-66.2
SITUACIONS DE PROJECTE	7
TALLANT	44-52.5
TEMPS	25
TOLERÀNCIES	76-96-Annex 10
TORSIÓ	45
TRACCIÓ	42.3.4
TRANSPORT	69.2.7
UNITATS	3



**ITeC**

**Institut de  
Tecnologia de la Construcció  
de Catalunya**

Wellington 19  
E-08018 Barcelona  
**tel.** 93 309 34 04  
**fax** 93 300 48 52  
**e-mail:** [info@itec.es](mailto:info@itec.es)  
**http://**[www.itec.es](http://www.itec.es)