

	ENSENYAMENT D'ARQUITECTURA TÈCNICA		
	ASSIGNATURA: Formigó Estructural		
	PROFESSOR/A RESPONSABLE: Josep Ramon Castro Chicot		
	CURS: 2008-09	CRÈDITS: 6	TIPUS: Obligatòria

1. OBJECTIUS

Sense cap dubte, la revolució conceptual més rellevant que ha experimentat l'Arquitectura al llarg de la seva història ha estat la substitució del mur de càrrega pel pòrtic de barres. Les seves conseqüències són de gran significat, tant des del punt de vista compositiu-espacial, com constructiu-estructural. Difícilment, l'arquitectura moderna de principis del segle XX es pogut plantejar i construir aquells edificis tan avançats per l'època, sense disposar d'uns materials i unes solucions estructurals tant o més ambicioses que la voluntat abstracta-formal que els va configurar.

Un d'aquests innovadors materials que van precipitar els canvis i que, avui en dia, continua sorprenen per les seves propietats plàstiques, formals i estructurals és el formigó armat. Aquesta discreta curiositat del material és motiu suficient per dedicar-li una assignatura individualitzada que es centrarà en el càlcul i comprovació de seccions. En aquest curs quadrimestral s'estudiarà el comportament mecànic del formigó armat, material per excel·lència en l'àmbit de l'edificació a l'estat espanyol.

2. ESTRUCTURA

Sessions teòriques

De manera general, podem dir que les barres que modelen una estructura de formigó armat són sòlids que reaccionen a les accions externes deformant-se. Aquestes deformacions generen desplaçaments relatius entre les partícules originant forces internes que provoquen sobre les seccions del material un nou estat tensional. Així, la resposta d'una estructura es caracteritza per: a) la distribució de tensions i esforços que es desenvolupa en les seccions de formigó; b) les deformacions i desplaçaments dels punts del sistema de barres.

Si davant d'una acció que actua sobre l'estructura determinem aquestes dues respostes anteriors, el comportament d'aquesta estructura de barres quedarà parametrizada. Aplicant equacions d'equilibri, equacions de compatibilitat de deformacions, i, equacions constitutives del material, podem avaluar i satisfer, la resposta estructural aconseguint un resultat òptim que s'haurà de corroborar a les sessions pràctiques.

Sessions pràctiques

El càlcul, l'armat, la comprovació de les dimensions verificant les tensions i deformacions de les seccions més sol·licitades serà un dels objectius de l'assignatura; però no l'únic. Totes les normatives vigents a propòsit del formigó estructural –AISC, Eurocode, Codi Model, EHE 08 – posen molt d'èmfasis en les consideracions de caràcter qualitatiu del formigó armat: dosificació, recobriments, adherència, ancoratge, continuïtat de les armadures, solapaments, durabilitat. La

raó és obvia: les estructures de formigó no treballen com s'han calculat; treballen com s'han armat i, principalment, com s'han executat. És immediat entendre que la funció del director d'obra –arquitecte tècnic- és determinant en el muntatge, formigonat i curat de l'estructura de formigó. Tenir, també, coneixements de càlcul estructural faran del futur arquitecte tècnic un professional millor i de major credibilitat en el dur i competitiu món laboral de la construcció.

D'altra banda, és imprescindible ensenyar a l'alumne/a a distingir l'essencial de l'accessori: l'importància dels detalls, dels aspectes constructius, inculcar la cultura del rigor tècnic, de l'esforç intel·lectual, fomentar la capacitat d'anàlisi per prendre decisions... desenvolupar una assignatura amb el propòsit didàctic de projectar una estructura de barres de formigó i no tan de calcular-la numèricament, en el sentit estricte del terme.

Definits els objectius, la part pràctica de l'assignatura s'organitza segons 2 tipus d'exercicis que són individuals: 1.-Detalls estructurals tipus de formigó armat dibuixats a mà alçada, fent referència als recobriments, longitud d'ancoratge, posició de les barres d'acer a la secció d'estudi, segons tot allò que prescriu EHE 08; 2.-L'assignatura presentarà 2 edificis d'habitatges plurifamiliars que s'hauran de resoldre des del punt de vista estructural.

Assignat l'edifici a l'alumne/a, el treball consistirà en el càlcul, dimensionat i armat, d'un pòrtic de formigó. El treball obligarà a resoldre tots els punts importants en el càlcul d'estructures de barres:

- 1.-Concepció preliminar. Plantejament d'alternatives.
- 2.-Càlcul del sistema estructural escollit: avaluació de càrregues, predimensionat, modelització estructural mitjançant software de càlcul, interpretació de resultats.
- 3.-Anàlisi estructural. Esforços i desplaçaments.
- 4.-Disseny final. Armat, comprovació de seccions.
- 5.-Compliment de normativa vigent: CTE-DB-SE-AE; EHE 08
- 6.-Memòria de càlcul fent referència a la normativa emprada.

L'assignatura tractarà d'exposar els diferents temes -que tot seguit s'enumeren-, d'una manera assequible, gràfica, i, sobretot, molt pràctica, per tal que sigui una eina útil a l'estudiant d'arquitectura tècnica que cerca exemples, mètode, simplificació i comprensió. Més encara si pensem que, per primera vegada, treballarà aquest material des del punt de vista estructural, i, fent referència a tot un ingent volum de normativa d'obligat compliment que ha de conèixer.

3. PROGRAMA

Sessions:

2Febrer	1.1.-Presentació de l'assignatura. Objectius. 1.2.-Fletxa, gir i curvatura. Aplicació a les barres.
3Febrer	2.1.-Pòrtics hiperestàtics. Diagrames d'esforços
9Febrer	3.1.-El formigó. Components del formigó. Aplicació i nomenclatura.
10Febrer	4.1.-Propietats mecàniques del formigó i de l'acer. Dosificació del formigó.
16Febrer	5.1.-Àrees tributàries. Baixada de càrregues. Hipòtesi de càrregues. Combinacions de càrregues segons EHE 08 i CTE-DB-SE-AE.
17Febrer	6.1.-Introducció a la seguretat.
23Febrer	7.1.-Introducció al càlcul plàstic.
24Febrer	8.1.-Mètode de Cross. Bigues contínues.
2Març	9.1.-Mètode de Cross. Pòrtics intraslacionals.
3Març	10.1.-Predimensionat de pòrtics de formigó armat a l'edificació.
9Març	11.1.-Introducció al càlcul en formigó armat.
10Març	12.1.-Càlcul en estats límit últims (ELU). Dominis de deformació.
16Març	13.1.-Càlcul en estats límit últims (ELU). Dominis de deformació.
17Març	14.1.-Modelització d'estructures mitjançant software de càlcul.
30Març	15.1.-Construcció de diagrames de interacció i àbacs, a partir d'una secció sotmesa a flexió o compressió composta. Exemple de càlcul. Representació gràfica.
31Març	16.1.-Pilars. Inestabilitat per vinclament. Teoria d'Euler.
20Abril	17.1.-Càlcul i armat, mitjançant el mètode aproximat de l'EHE, d'un pilar que forma part d'un pòrtic traslacional, tenint en compte l'efecte de vinclament.
21Abril	18.1.-Modelització d'estructures mitjançant software de càlcul.
27Abril	19.1.-Jàsseres. Flexió simple. Càlcul.
28Abril	20.1.-Jàsseres. Flexió simple. Armat i disposició d'armadura.
4Maig	21.1.-Modelització d'estructures mitjançant software de càlcul.
5Maig	22.1.-Jàsseres. Esforç tallant. Teoria de bieles i tirants.

12Maig	23.1.-Jàsseres. Esforç tallant. Armat i disposició d'armadura.
18Maig	24.1.-Estats límit de servei (ELS). Fletxes originades per la flexió. Fletxa elàstica, fletxa diferida, fletxa activa. Càlcul i comprovació a ELS d'una jàssera bi-recolzada
19Maig	25.1.-Fonamentació superficial. Sabates aïllades. Sabates excèntriques i bigues centradores. Exemple de càlcul.

4. MATERIALS DE L'ASSIGNATURA I PROGRAMARI

Bona part dels temes que es presenten, s'acompanyen d'uns apunts que es faciliten via plataforma campus virtual SAKAI.

La bibliografia a la que es fa referència i que es imprescindible per seguir les sessions teòriques, es pot trobar a: biblioteca de Cappont, Universitat de Lleida; biblioteca de l'ETSEA, Universitat de Lleida; biblioteca del Col·legi d'Arquitectes Superiors de Lleida; biblioteca del Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Lleida.

5. BIBLIOGRAFIA

- *Bases teòriques :*

-JIMENEZ MONTOYA, P; GARCIA MESEGUER, A; MORAN CABRE, F; Hormigón Armado: ajustada a la EHE, 14^a edició. Gustavo Gili. Barcelona. 2001.

-GARCIA MESSEGUER A; Hormigón Armado. 3 volums. Uned 2001.

-CALAVERA RUIZ, J; Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón en masa, armado y pretensado. 2 volums. Intemac SA. Madrid. 2008.

-CTE. Ministerio de Fomento. 2005.

-Instrucción de Hormigón Estructural EHE. Ministerio de Fomento. 1998.

-Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08. Ministerio de Fomento. 2008.

-GARRIDO A; La EHE explicada por sus autores. Leynfor. 2003.

-MURCIA VELA, J; AGUADO A; MARI, A; Hormigón armado y pretensado I, II. Edicions UPC. Politex 14, 15. 1991.

-PAEZ, A; Hormigón Armado. Ed. Reverté. 1986.

-ARROYO, J.C; CORRES, G; GARCIA, G; ROMANA, M; ROMERO, A; SANCHEZ, R; TEJA, O. Números gordos en el proyecto de estructuras. Cinter Divulgación Técnica. Madrid 2004.

- *Exercicis resolts:*

-SERRANO LOPEZ, M.A.; LOPEZ CASTRILLO, M.A; Diseño de elementos de hormigón armado. Problemas resueltos de acuerdo con EHE. Bellisco Editorial. Madrid 2002.

-AGULLO, L; AGUADO, A; MARI, A; MARTINEZ F; COBO, D; Hormigón armado y pretensado. Ejercicios. Edicions UPC. Politex 75. 1999.

-ACHE Manual de ejemplos de aplicación de la EHE a la edificación. Monografía M4. ACHE 2001.

- *Control i execució d'obra:*

-MONTERO FERNANDEZ, E; Puesta en obra del hormigón. Consejo General de Arquitectura Técnica de España. 2006.

6. AVALUACIÓ

El seguiment de l'assignatura es durà a terme segons un sistema d'avaluació continuada, en el que la nota serà la suma de diferents percentatges corresponents a les notes següents:

- Avaluació parcial (AP). Aquesta prova no allibera matèria.
- Treball pràctic (TP). Al llarg del quadrimestre, l'alumne/a ha de presentar 2 pràctiques que fan referència al treball final. Pràctica 1: Baixada de càrregues del pòrtic escollit i dibuix a mà alçada de detalls estructurals de formigó armat. Pràctica 2: Predimensionat de jàsseres i pilars.
Al final del quadrimestre s'ha d'entregar el treball pràctic.
- Examen final (EF). En el període d'exàmens establert al final del quadrimestre, es realitza una prova, el contingut de la qual serà tota la matèria impartida.

La qualificació de l'alumne/a es calcula de la forma següent.

-Juny:

$$\text{Nota} = 0,05 \cdot \text{AP} + 0,10 \cdot \text{TP} + 0,85 \cdot \text{EF}$$

-Setembre:

Al setembre es farà un examen. La nota final només respon a l'examen realitzat.

$$\text{Nota} = 1 \cdot \text{EF}_{\text{setembre}}$$

J.Ramon Castro