

	ENSENYAMENT D'ARQUITECTURA TÈCNICA		
	ASSIGNATURA: Formigó Estructural		
	PROFESSOR/A RESPONSABLE: Josep Ramon Castro Chicot		
	CURS: 2007-08	CRÈDITS: 6	TIPUS: Obligatòria

1. OBJECTIUS

La revolució conceptual més rellevant que ha experimentat l'Arquitectura al llarg de la seva història ha estat, sense cap dubte, 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. Díficilment, 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 ambiciosos 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 parametritzada. Aplicant equacions d'equilibri, equacions de compatibilitat de deformacions, i, equacions constitutives del material, podrem 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 – 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. Es 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 3 tipus d'exercicis que són individuals: 1.-pràctiques a classe que tindran caràcter d'avaluació continuada; 2.-detalls estructurals tipus de formigó armat dibuixats a mà alçada, fen referència als recobriments, longitud d'ancoratge, posició de les barres d'acer a la secció d'estudi, segons tot allò que prescriu la normativa vigent; 3.-l'assignatura presentarà 3 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 dels pòrtics de formigó. Tanmateix, el treball obligarà a resoldre tots els punts importants en el càlcul d'estructures de barres de formigó armat:

- 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-SE-AE; EHE; EFHE-02
- 6.-Amidaments de l'estructura de barres.
- 7.-Memòria de càlcul fen 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, fen referència a tot un ingent volum de normativa d'obligat compliment que ha de conèixer.

3. PROGRAMA

Sessions:

1ªS	1.1.-Presentació de l'assignatura. Objectius. Treball pràctic
2ªS	2.1.-El formigó. Components del formigó. Aplicació i nomenclatura. 2.2.-Treball pràctic. Definició.
3ªS	3.1.-Dosificació del formigó.
4ªS	4.1.-Treball pràctic. Àrees tributàries; baixada de càrregues.
5ªS	5.1.-Propietats mecàniques del formigó i de l'acer.
6ªS	6.1.-Treball pràctic. Hipòtesis de càrregues. Càrregues permanents, càrregues variables, càrregues accidentals. Combinacions d'hipòtesis de càrrega segons DB-SE-AE, i, EHE.
7ªS	7.1.-Introducció a la seguretat.
8ªS	8.1.-Treball pràctic. Predimensionat de pòrtics de formigó armat a l'edificació per llums habituals.
9ªS	9.1.-L'adherència en el formigó armat. Disposició i col·locació de les armadures.
10ªS	10.1.-Introducció al càlcul en formigó armat
11ªS	11.1.-Càlcul en estats límit últims (ELU). Dominis de deformació.
12ªS	12.1.-Treball pràctic. Modelització d'estructures mitjançant software de càlcul.
13ªS	13.1.-Càlcul en estats límit últims (ELU). Dominis de deformació.
14ª S	14.1.-Construcció de diagrames de interacció i àbacs, a partir d'una secció sotmesa a flexió o compressió composta. Exemple de càlcul. Representació gràfica.
15ªS	15.1.-Pilars. Inestabilitat per vinclament. Teoria d'Euler.
16ªS	16.1.-Treball pràctic. 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.

17 ^a S	17.1.-Jàsseres. Flexió simple. Càlcul.
18 ^a S	18.1.-Jàsseres. Flexió simple. Armat i disposició d'armadura.
19 ^a S	19.1.-Treball pràctic. Flexió simple "Anejo 8. EHE. Cálculo simplificado de secciones en ELU frente a solicitaciones normales".
20 ^a S	20.1.-Jàsseres. Esforç tallant. Teoria de bieles i tirants.
21 ^a S	21.1.-Jàsseres. Esforç tallant. Armat i disposició d'armadura.
22 ^a S	22.1.-Treball pràctic. Modelització d'estructures mitjançant software de càlcul.
23 ^a S	23.1.-Treball pràctic. Esforços i deformacions. Interpretació dels resultats del programa informàtic de càlcul.
24 ^a S	24.1.-Treball pràctic. Armadures als pòrtics. Longituds d'ancoratge.
25 ^a S	25.1.-Treball pràctic. Disposició de l'armadura a la secció.
26 ^a S	26.1.-Fonamentació superficial. Sabates aïllades.
27 ^a S	27.1.-Càlcul en estats límit de servei (ELS). Fletxes originades per la flexió. Fletxa elàstica, fletxa diferida, fletxa activa.
28 ^a S	28.1.-Treball pràctic. Càlcul i comprovació a ELS d'una jàssera bi-recolzada

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, 14ª edición. Gustavo Gili. Barcelona. 2001.

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

-CALAVERA, J; Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón en masa, armado y pretensado. 2 vols. Intermac SA. Madrid. 1999.

-CTE. Ministerio de Fomento. 2005.

-Instrucción de Hormigón Estructural (EHE). Ministerio de Fomento. 1999.

-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:

- Avaluacions parcials (AV): L'assignatura estableix un seguit d'avaluacions parcials que tenen a veure amb les sessions teòriques. Aquestes avaluacions no tenen data fixada; es fan sense avisar a l'alumne/a. La prova que es realitza a meitat del quadrimestre es considera una avaluació. Aquesta prova no allibera matèria.
- Treball pràctic (TP): Al llarg del quadrimestre, l'alumne/a ha de presentar un seguit de treballs seqüencials, supervisats pel professor, que fan referència al treball final: càlcul i comprovació d'una estructura de barres de formigó. Aquests treballs tenen data fixada. 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 donada.

1.-Per presentar-se a la prova final del quadrimestre i a la recuperació del setembre es imprescindible haver presentat els treballs seqüencials i el treball pràctic.

2.-L'assistència a classe és obligatòria.

Al final del quadrimestre, la qualificació de l'alumne es calcula de la forma següent:

$$\text{Nota} = 0,35 \cdot (\text{TP} + \text{AV}) + (0,65 \cdot \text{EF})$$

Al setembre es farà un altre examen final i la nota es calcula de la mateixa manera.