



# Guia docent

## 820442 - EMM - Estructures Metàl·liques

Última modificació: 27/05/2024

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Barcelona Est  
**Unitat que imparteix:** 737 - RMEE - Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** VICTOR MARTINEZ VALVERDE

**Altres:** Primer quadrimestre:  
VICTOR MARTINEZ VALVERDE - T11

Segon quadrimestre:  
VICTOR MARTINEZ VALVERDE - T11

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Coneixements bàsics de resistència de materials.

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

**Transversals:**

1. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
2. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

L'assignatura utilitza la metodologia expositiva, amb una presentació teòrica de cada tema, acompanyada de casos pràctics reals per connectar la teoria amb el món professional. Es resolen a classe problemes representatius dels continguts exposats.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu de l'assignatura és el d'aportar als alumnes els coneixements bàsics per poder afrontar un projecte d'una estructura metàl·lica de manera integral. És per això que els temes a tractar han de tenir una relació directa amb les fases d'un projecte d'estructures. En el sentit més general, aquestes fases són:

1. Generació d'una necessitat.
2. Definició del programa funcional.
3. Predimensionament.
4. Dimensionament i càlcul.
5. Comprovació dels resultats.
6. Redacció del projecte.
7. Execució.
8. Recepció de l'estructura.
9. Manteniment.
10. Reutilització i Reciclatge i Desmantellament.

Un projecte d'una estructura neix quan apareix una nova demanda requerint una estructura. És llavors quan es crea la figura del client amb una necessitat. Aquest client no té més remei que recórrer a un facultatiu, primera missió del qual és la de recopilar aquella informació necessària per tal de satisfer plenament la demanda del seu client. En moltes ocasions el client no és conscient de les seves necessitats reals, i per tant és el projectista qui ha de guiar-lo per definir suficientment el programa funcional. Aquest és vital per tal d'optimitzar l'estructura, ja que les indefinicions en aquesta fase del projecte donen lloc a errors en el dimensionament dels espais molt difícils de reconduir posteriorment.

Un cop definit el programa funcional (relació de superfícies lligades a diferents usos) és moment de fer un predimensionament: un primer disseny d'orientació. Orientació envers el client: pressupost aproximat, tipologia estructural, formalismes. L'acceptació d'aquestes premisses han de marcar una barrera per la qual no es pot tornar enrere.

El següent pas és el càlcul de l'estructura per tal de dimensionar-ne tots i cadascun dels elements que la formen. Un cop finalitzat aquest procés cal revisar-ho críticament per tal de comprovar que l'estructura estigui totalment definida, i definida correctament. Amb la informació generada, cal redactar el projecte executiu. Aquest projecte ha de ser complet i ha de constar de tots els documents necessaris: memòria, plànols, plecs de condicions, estat d'amidaments i pressupost. És important que en tots i cada un dels documents es reculli la informació imprescindible per entendre l'estructura i definir-la unívocament i poder construir-la sense que hi hagi lloc per la interpretació. A més a més, el projecte ha de complir amb les normatives vigents i ha de contemplar aspectes no purament estructurals, com per exemple la protecció al foc de l'estructura.

A continuació és hora d'executar el projecte i construir l'estructura. El projectista ha de tenir unes nocions bàsiques de construcció que ha d'utilitzar, en primer lloc a l'hora de dotar al projecte de la constructibilitat suficient i, en segon lloc, a l'hora de vigilar que l'execució es basi en les "bones pràctiques" i no es donin "vicis ocults". Al final d'aquesta fase, cal disposar del criteri suficient per rebre l'obra amb les garanties necessàries.

Un cop entregada l'estructura als seus usuaris finals, és necessari vetllar per la mateixa durant la seva vida útil per que aquesta funcioni tal i com ha estat previst. És per això que cal portar a terme un manteniment rigorós, i ha de ser el projectista qui defineixi quines han de ser aquestes actuacions de manteniment.

Finalment, l'estructura deixa de complir les seves funcions i cal donar-li un nou sentit, ja sigui reutilitzant-la per un altre ús no tant exigent, reciclant-la per construir noves estructures i, si no és possible cap d'aquestes dues alternatives, s'ha de desmantellar i eliminar-la del circuit.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	45,0	30.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Tema 1: INTRODUCCIÓ

**Descripció:**

Requisits d'una estructura. Requisits del projectista. Procés de disseny. Avantatges i inconvenients de les estructures metàl·liques. Materials metàl·lics. Marc normatiu: normativa vigent (CTE, EAE, NCSE-02, LOE, IAP-88, EC-3) i derogada (NBE-EA95, NBE-AE88). Característiques de l'acer. Productes comercials d'acer. Característiques físiques dels perfils: moment d'inèrcia, mòdul resistent elàstic i plàstic. Definició d'acció. Tipus i valors d'accions: càrregues permanents, sobrecàrregues d'ús, sobrecàrregues d'execució, accions de vent i neu.

**Objectius específics:**

Entendre el concepte integral de projecte d'una estructura. Conèixer el material d'ús més comú, l'acer, i les seves característiques principals. Conèixer el marc normatiu: normativa vigent, i normativa recentment derogada. Entendre el concepte de programa funcional, i conèixer els tipus d'accions a les que estan sotmeses les estructures.

**Dedicació:** 7h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 5h

### Tema 2: BASES DE CÀLCUL

**Descripció:**

Condicions de seguretat. Condicions de deformabilitat. Estats límits últims. Estats límits de servei. Criteris de comparació. Desenvolupament del criteri de comparació de Huber, Hencky i Von Mises. Condicions d'esgotament. Combinació d'accions. Coeficients parcials de seguretat. Coeficients de simultaneïtat. Coeficients parcials de seguretat del material. Classificació de seccions. Comprovació de seccions: resistència a compressió, a tracció, a tallant, a flexió, a torsió. Interacció d'esforços. Introducció dels fenòmens d'inestabilitat global: bombament i bombament lateral.

**Objectius específics:**

Conèixer les condicions de seguretat (Estats Límits Últims) i les condicions de deformabilitat (Estats Límits de Servei). Entendre el concepte de classificació de seccions i ser capaç de classificar-ne. Conèixer els diferents criteris de comparació i ser capaç de desenvolupar el criteri de comparació de Huber, Hencky i Von Mises fins arribar a les condicions d'esgotament dels diferents tipus d'esforços. Calcular les diferents combinacions d'accions.

**Dedicació:** 18h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 12h

### Tema 3: TRACCIÓ I COMPRESSIÓ

**Descripció:**

Formulació fonamental de la tracció. Formulació fonamental de la compressió simple. Formulació fonamental de la compressió excèntrica. Estudi de la inestabilitat d'una barra sotmesa a compressió. Estudi de la inestabilitat d'una barra a compressió en situacions especials: secció constant i axil variable, secció constant i axil puntual intermig, secció variable i axil constant. Elements triangulars: gelosies. Optimització de pòrtics en gelosia. Pilars d'edificis.

**Objectius específics:**

Conèixer les condicions d'esgotament i la formulació de la tracció. Conèixer les condicions d'esgotament de la compressió i la formulació en funció de la classe de la secció. Entendre el fenomen de la inestabilitat global: concepte de bombament i càlcul. Conèixer els conceptes i criteris de disseny de gelosies i pilars d'edificis.

**Dedicació:** 21h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 12h



#### Tema 4: TALLANT I FLEXIÓ

**Descripció:**

Formulació fonamental del tallant. Formulació fonamental de la flexió simple. Formulació fonamental de la flexió esviada. Estudi de la classificació de les seccions en relació a la flexió. Estudi del fenomen d'inestabilitat degut a esforços normals: el moment crític i el bombament lateral.

**Objectius específics:**

Conèixer les condicions d'esgotament i la formulació del tallant. Conèixer les condicions d'esgotament i la formulació de la flexió en funció de la classe de la secció. Entendre i calcular el fenomen d'inestabilitat degut a esforços normals: el moment crític i el bombament lateral.

**Dedicació:** 21h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 12h

#### Tema 5: UNIONS

**Descripció:**

Tipus d'unions. Usos i avantatges d'unions cargolades. Classes de cargols: ordinaris, calibrats i pretensats. Disposicions constructives. Resistència a tallant. Resistència a aixafament. Resistència a estrip. Resistència a lliscament. Resistència a tracció. Resistència a tracció i tallant. Resistència a punxament. Determinació de sol·licitacions: Força continguda en el pla mig de les plaques connectades, força continguda en el pla perpendicular a la placa d'unió. Usos i avantatges d'unions soldades. Procediments de soldadura. Tipus de soldadura: a topall, en angle, en tap. Classificació de la soldadura / Homologació dels soldadors. Ample de gorja.

**Objectius específics:**

Conèixer els dos tipus més comuns d'unions: cargolades i soldades. Conèixer els tipus d'unions cargolades. Dimensionar unions amb cargols ordinaris i/o pretensats davant dels diferents mecanismes de fallida: resistència a tallant, aixafament, estrip de la xapa, lliscament, tracció, interacció tracció i tallant, i punxonament. Determinar les sol·licitacions de càlcul. Conèixer els procediments de soldadura i els tipus de soldadures: en angle i a topall. Dimensionar l'ample de gorja d'una soldadura. Calcular la longitud de corròns de soldadura laterals i/o frontals.

**Dedicació:** 21h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 12h

#### Tema 6: PROTECCIÓ DE LES ESTRUCTURES METÀL·LIQUES

**Descripció:**

Tipus d'atac. Tractaments front a la corrosió: pintures, galvanitzat, recobriments, acer tipus corten, juntes de goma. Tractaments de protecció davant el foc: pintures intumescentes (concepte de massivitat), projectats de morters, recobriments.

**Objectius específics:**

Conèixer els tipus d'atacs més freqüents als que estan sotmeses les estructures metàl·liques. Conèixer els mecanismes de defensa: proteccions front a la corrosió (pintures, galvanitzat, recobriments...) i front al foc (pintures intumescentes, projectats de morters i recobriments). Dimensionar gruixos de pintura / morters.

**Dedicació:** 21h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 12h



### Tema 7: CONTROL DE QUALITAT

**Descripció:**

Pla de control de qualitat. Control del projecte. Control de materials. Control de fabricació. Control de muntatge. Concepte de PPI (Pla de Punts d'Inspecció). Control de manteniment. Assajos del material. Assajos d'unions cargolades. Assajos d'unions soldades. Assajos de pintura o projectat. Concepte de qualitat total.

**Objectius específics:**

Conèixer el concepte de control de qualitat global d'un projecte: control del projecte pròpiament, control dels materials, control de fabricació, control de muntatge i control del manteniment. Conèixer i avaluar la idoneïtat dels assajos dels materials més freqüents. Conèixer i avaluar la idoneïtat dels assajos de soldadures més freqüents: líquids penetrants, ultrasons i radiografies. Conèixer i avaluar la idoneïtat dels assajos de pintures / morters més freqüents: control de gruixos i adherència.

**Dedicació:** 19h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 10h

### Tema 8: PROJECTES

**Descripció:**

Continguts i formats dels mateixos d'un projecte d'Estructures Metàl·liques: memòria, plànols, estat d'amidaments, pressupost, plecs de condicions (facultatius, tècniques i econòmiques). Exemples de projectes reals, anàlisi de les seves deficiències i metodologia de redacció de projectes.

**Objectius específics:**

Conèixer els continguts i formats dels mateixos d'un projecte d'Estructures Metàl·liques: memòria, plànols, estat d'amidaments i pressupost, plecs de condicions.

**Dedicació:** 14h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 10h

### Tema 9: PROCEDIMENTS DE CONSTRUCCIÓ

**Descripció:**

Classe basada en fotografies de construccions reals on es repassen diferents procediments de construcció, i s'expliquen els "típics" errors a evitar. S'analitzen les oportunitats i els perills durant la fabricació, el transport i el muntatge d'estructures metàl·liques.

**Objectius específics:**

Conèixer els procediments de construcció més habituals. Reconèixer oportunitats i perills durant la fabricació, transport i muntatge d'estructures metàl·liques.

**Dedicació:** 8h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 5h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Prova d'avaluació parcial 1: 33%

Prova d'avaluació parcial 2: 33%

Prova pràctica especial: 34%



## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Espanya. Código Técnico de la Edificación : (C.T.E.) [en línia]. Madrid: Ministerio de Vivienda, 2006 [Consulta: 04/05/2020]. Disponible a: <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-documentoscte.html>. ISBN 8434016311.
- Reyes Rodríguez, Antonio Manuel. Manual imprescindible de CYPE 2010 : cálculo de estructuras metálicas con Nuevo Metal 3D. Madrid: Anaya Multimedia, cop. 2010. ISBN 9788441526570.

## RECURSOS

---

### Material audiovisual:

- Aula amb CANÓ
- Aula de pràctiques amb CYPE