

1a Jornada de Docència a l'ETSEIB

13 juliol 2015

L'assignatura de Resistència de Materials en els estudis de Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Francesc Roure, Ma Magdalena Pastor,
Miquel Casafont, Jordi Bonada

Departament de Resistència
de Materials i Estructures a l'Enginyeria



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Assignatura: **Resistència de Materials:**

GETI i GEM Q6 6 ECTS QI: 200 alum. QII: 300 alum.

Objectius:

- Esforços de secció en peces prismàtiques, en el pla i a l'espai
- Verificació resistent i de rigidesa de peces prismàtiques
- Elecció i dimensionament de la secció per a peces prismàtiques
- Resolució dels tipus elementals de peces hiperestàtiques
- Comprovació a vinclament de peces sotmeses a compressió pura

Perfil de l'assignatura:

- Enfocada a aplicacions, però amb una base teòrica molt important



Resistència de Materials:

GETI i GEM

Q6

6 ECTS

QI: 200 alum.

QII: 300 alum.

Activitat	Tamany	Suport	Avaluació	
Teoria i Problemes	60	Pissarra Transparències Peces Lliurables setmanals	Test Examen final	20 % 60 %



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departament de Resistència
de Materials i Estructures a l'Enginyeria

Resistència de Materials:

GETI i GEM

Q6

6 ECTS

QI: 200 alum.

QII: 300 alum.

Activitat	Tamany	Suport	Avaluació	
Teoria i Problemes	60	Pissarra Transparències Peces Lliurables setmanals	Test Examen final	20 % 60 %
Laboratori	15 (3)	Laboratoris, Apunts, ANSYS	Assist. + Informe	10%



Resistència de Materials:

GETI i GEM

Q6

6 ECTS

QI: 200 alum.

QII: 300 alum.

Activitat	Tamany	Suport	Avaluació	
Teoria i Problemes	60	Pissarra Transparències Peces Lliurables setmanals	Test Examen final	20 % 60 %
Laboratori	15 (3)	Laboratoris, Apunts, ANSYS	Assist. + Informe	10%
Treball	3	Laboratoris, ANSYS	Inf+Pres+Assaig	10%



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departament de Resistència
de Materials i Estructures a l'Enginyeria

Resistència de Materials:

GETI i GEM

Q6

6 ECTS

QI: 200 alum.

QII: 300 alum.

Activitat	Tamany	Suport	Avaluació	
Teoria i Problemes	60	Pissarra Transparències Peces Lliurables setmanals	Test Examen final	20 % 60 %
Laboratori	15 (3)	Laboratoris, Apunts, ANSYS	Assist. + Informe	10%
Treball	3	Laboratoris, ANSYS	Inf+Pres+Assaig	10%
Autoaprenentatge	1	Apunts, Llibres, PRISMATIC		



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departament de Resistència
de Materials i Estructures a l'Enginyeria

Recurs: **Lliurables setmanals**

Objectius: Millorar el seguiment de l'assignatura, fomentant la resolució individual d'exercicis d'aplicació, setmanalment (8 lliurables)

Característiques:

- Es realitza individualment (*treball personal*)
- Son exercicis d'aplicació (*aplicació dels conceptes*)
- Es fa autocorrecció a classe (*autoavaluació*)
- Té una freqüència setmanal (*marca ritme de treball*)

Resultats:

- **Nivell acceptable d'implicació dels estudiants**
(50 % presenten > 50% lliurables, tot i que no puntuen)



Recurs: Lliurables setmanals

Setmana n

Setmana n+1

Setmana n+2

Setmana n+3

Enunciat lliurable 1



Recurs: Lliurables setmanals

Setmana n	Setmana n+1	Setmana n+2	Setmana n+3
Enunciat lliurable 1	Correcció a classe lliurable 1 i recollida Enunciat lliurable 2		



Recurs: Lliurables setmanals

Setmana n	Setmana n+1	Setmana n+2	Setmana n+3
Enunciat lliurable 1	Correcció a classe lliurable 1 i recollida	Retorn lliurable 1	
	Enunciat lliurable 2	Correcció a classe lliurable 2 i recollida	
		Enunciat lliurable 3	



Recurs: Lliurables setmanals

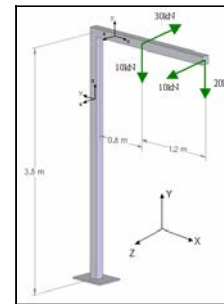
Setmana n	Setmana n+1	Setmana n+2	Setmana n+3
Enunciat lliurable 1	Correcció a classe lliurable 1 i recollida	Retorn lliurable 1	
	Enunciat lliurable 2	Correcció a classe lliurable 2 i recollida	Retorn lliurable 2
		Enunciat lliurable 3	Correcció a classe lliurable 3 i recollida



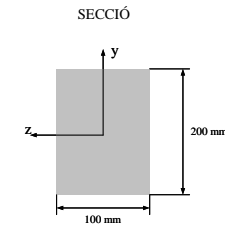
Exemple:

Enunciat de Lliurable

Donada la peça:

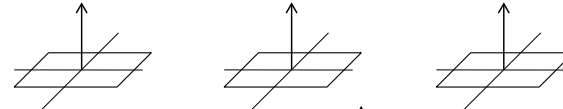


QUART lliurament

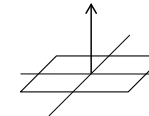


A la secció de la base ($N_x = -30\text{kN}$, $M_y = 70\text{kNm}$, $M_z = -48\text{kNm}$):

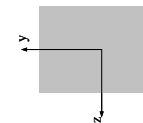
1. Representar les distribucions de tensions normals, σ_x , degudes a cada esforç per separat, indicant els valors màxims.



2. Representar la distribució de tensions normals, σ_x , superposició, indicant el valor de $|\sigma_{x_{\max}}|$.

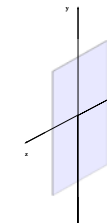


3. Dibuixar l'eix neutre de la secció.



4. Si el material és un acer, té sentit el concepte de nucli central?

5. Independentment de la resposta 4, indicar on estaria situat C (centre de pressions).



Nom: Grup: ...



RESISTÈNCIA DE MATERIALS

Exercicis setmanals

Lliurable 7: Solucions

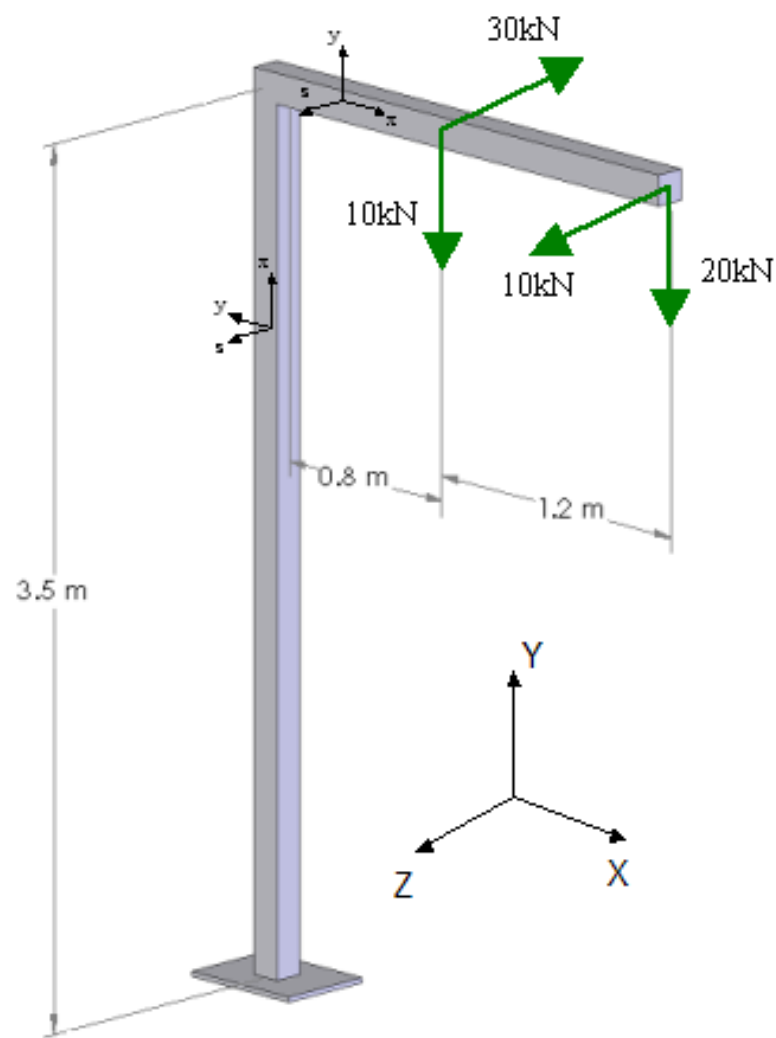
DEPARTAMENT DE RESISTÈNCIA DE MATERIALS
I ESTRUCTURES A L'ENGINYERIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA



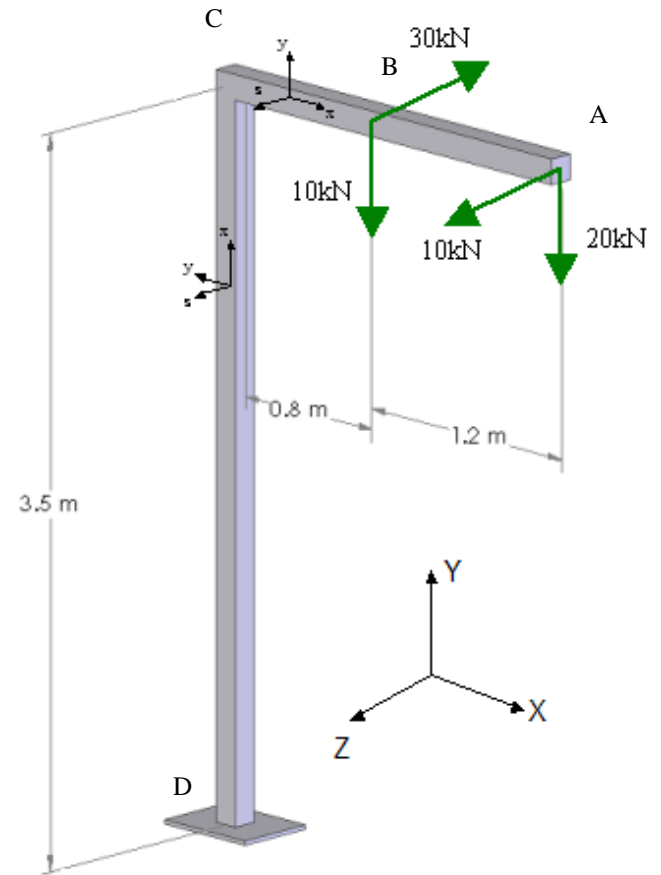
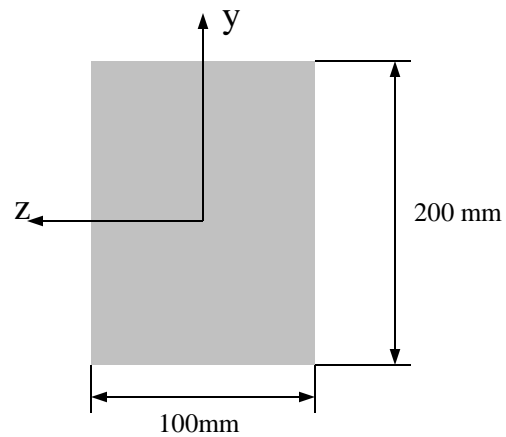
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA INDUSTRIAL
DE BARCELONA

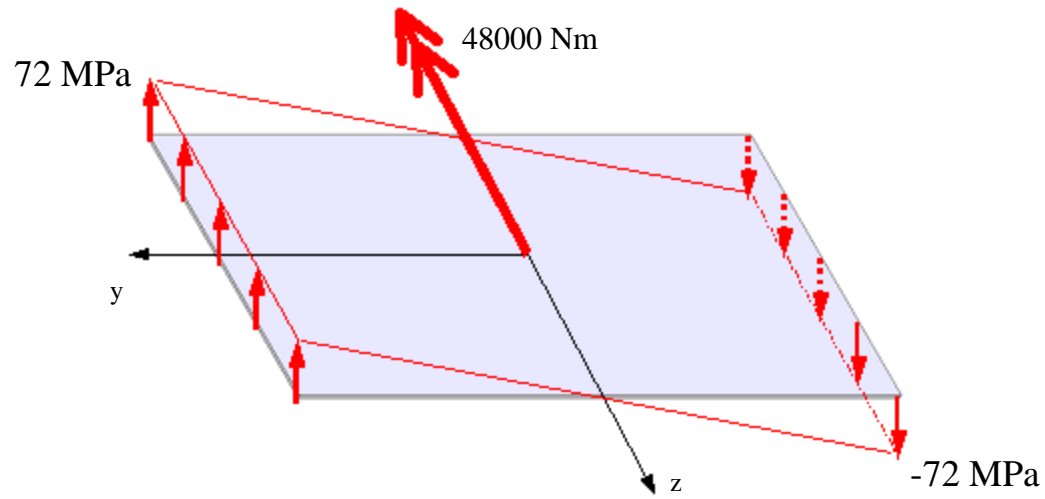
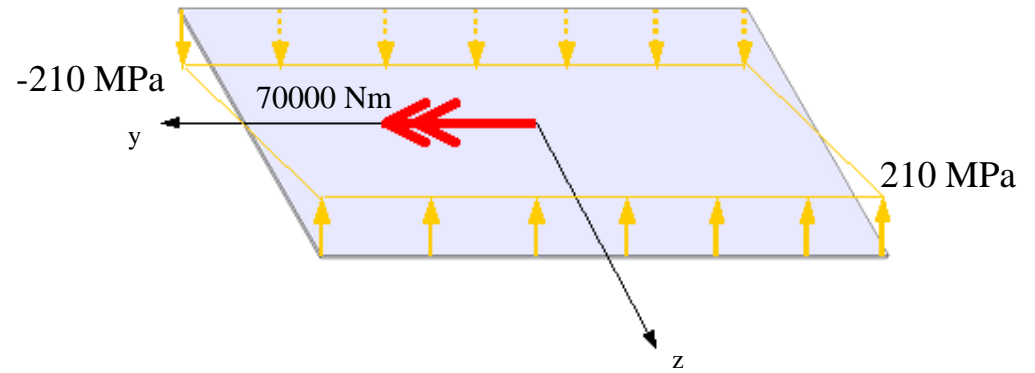
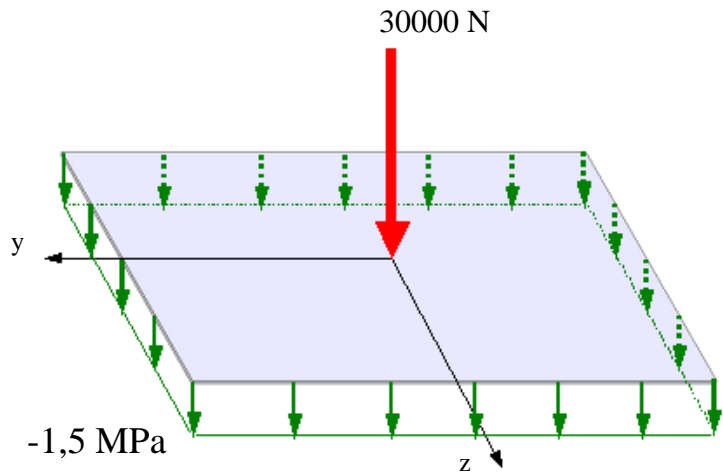


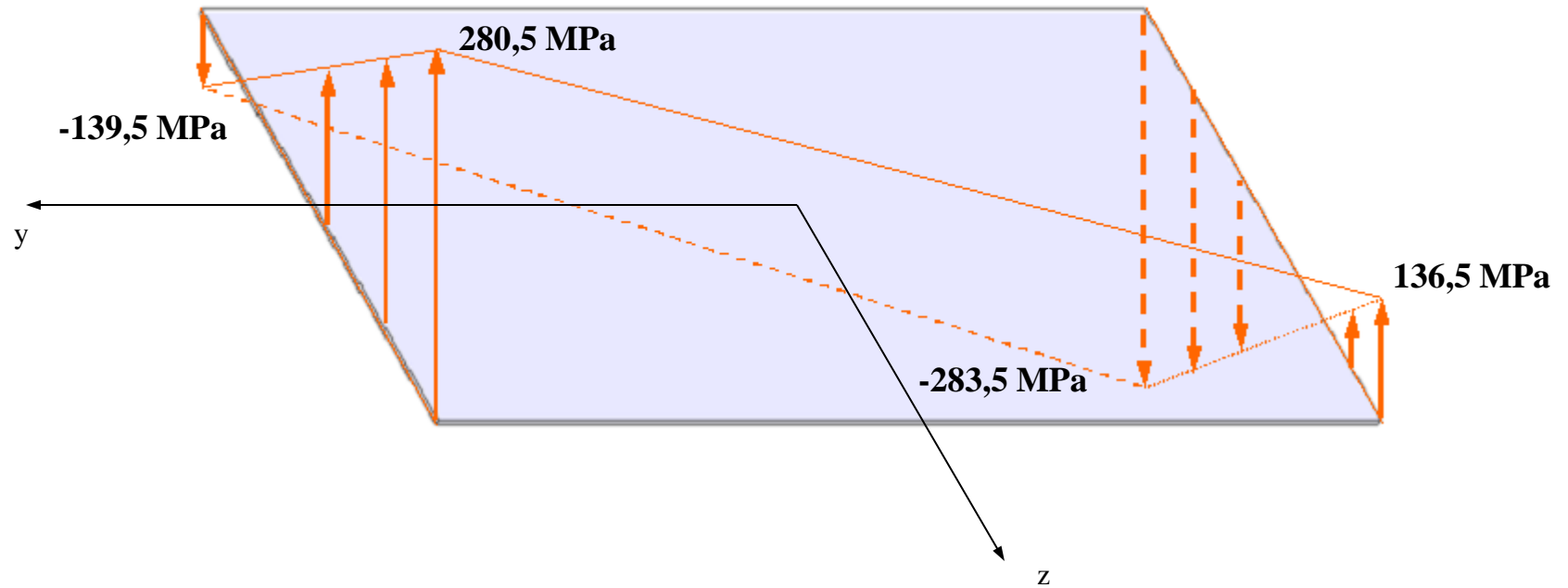
ESFORÇOS SECCIÓ D

Nx	Ty	Tz	Mx	My	Mz
	kN		kNm		
-30	0	20	4	70	-48

SECCIÓ BASE



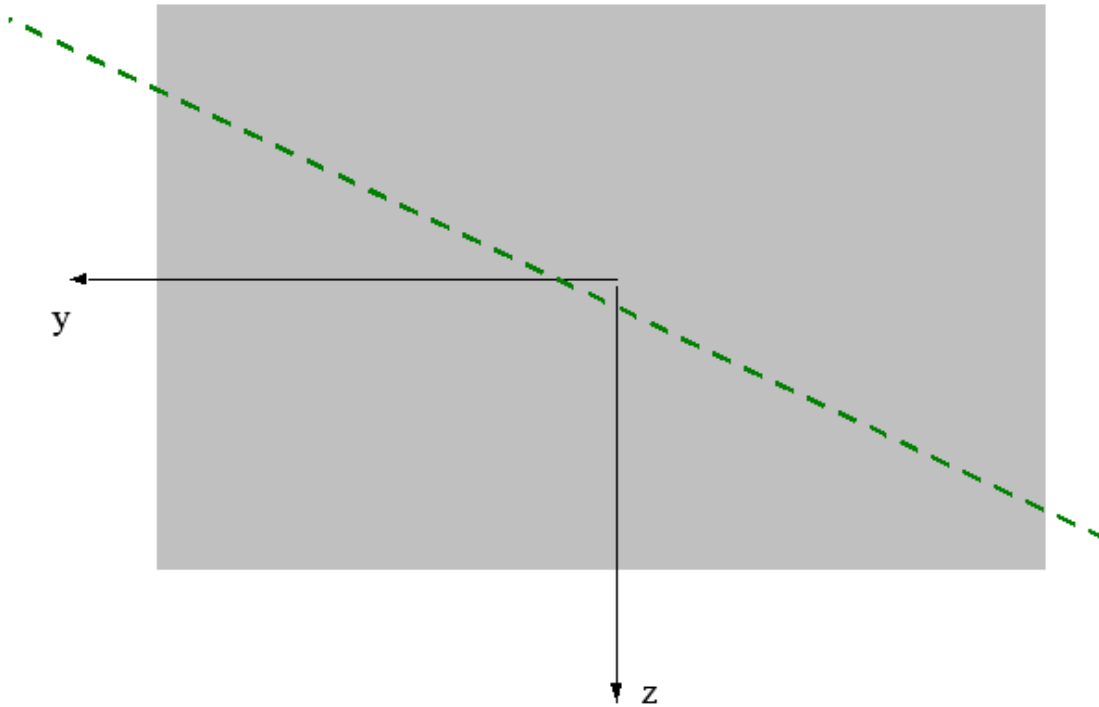




$$\left| \sigma_{x \max} \right| = 283,5 \text{ MPa}$$

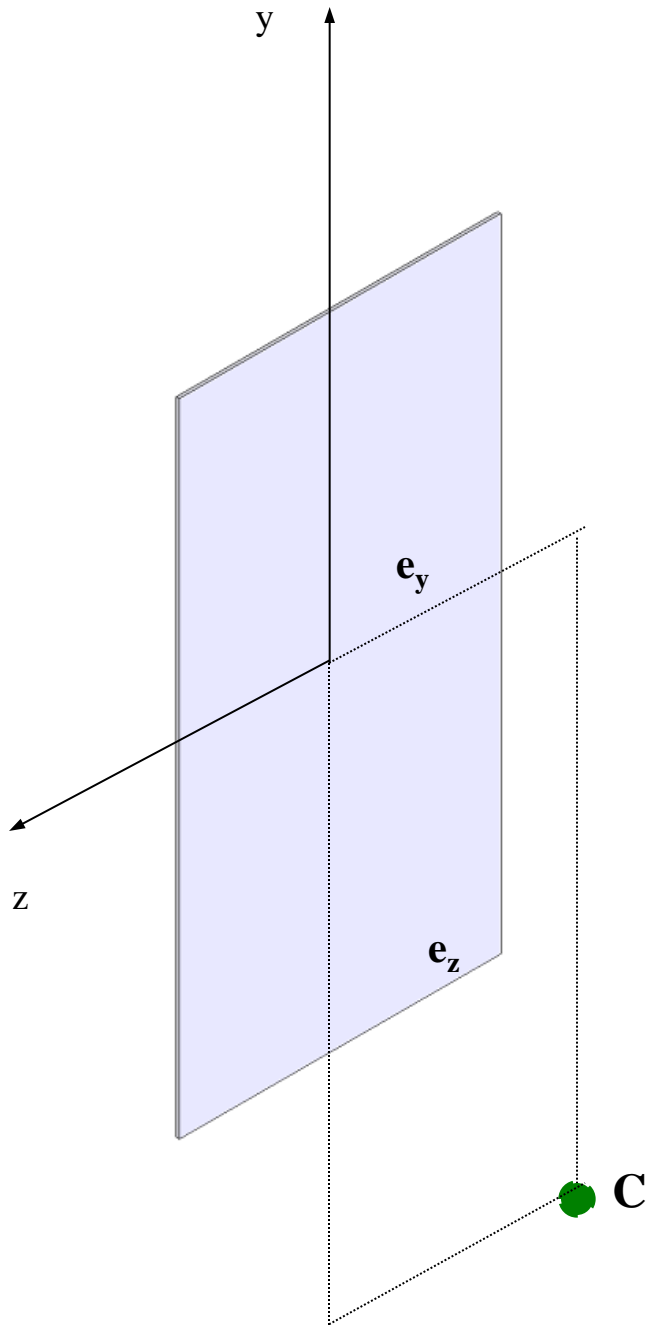
EIX NEUTRE ($\sigma_x=0$)

E.N.



$$y = 0 \rightarrow z = 0,3571 \text{ mm}$$

$$z = 0 \rightarrow y = 2,0833 \text{ mm}$$



$C(e_y, e_z)$

$$e_z = \frac{M_y}{N_x} = \frac{70000 \text{ Nm}}{-30000 \text{ N}} = -2,34 \text{ m}$$

$$e_y = -\frac{M_z}{N_x} = -\frac{-48000 \text{ Nm}}{-30000 \text{ N}} = -1,6 \text{ m}$$

RESISTÈNCIA DE MATERIALS

Exercicis setmanals

Lliurable 7: Solucions

DEPARTAMENT DE RESISTÈNCIA DE MATERIALS
I ESTRUCTURES A L'ENGINYERIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA INDUSTRIAL
DE BARCELONA

Recurs: Treball

Objectius: Dissenyar, calcular, construir i assajar un element resistent

Característiques:

- Es realitza en equips de 3 (*treball en equip*)
- S'ha de dissenyar, calcular i construir l'element (*aplicació dels conceptes*)
- Es fa informe escrit (*expressió escrita*)
- Es fa presentació oral (*expressió oral*)
- La presentació oral es pot fer en anglès (*tercera llengua*)
- S'assaja l'element (*experimentació i contrastació teoria*)

Resultats:

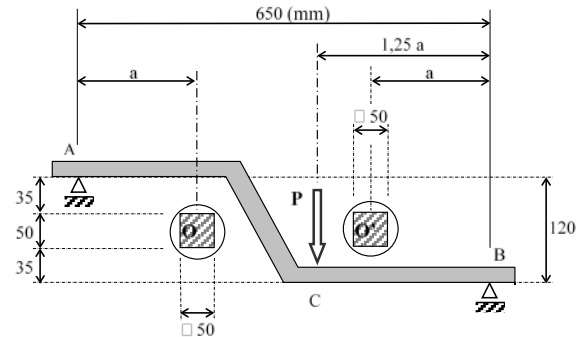
- **Nivell molt alt d'implicació dels estudiants**



DISSENY, CÀLCUL, CONSTRUCCIÓ I ASSAIG D'UN ELEMENT RESISTENT

Disseny

L'element resistent ha de ser capaç de suportar els esforços que s'indiquen a continuació. **La peça s'ha de recolzar pels seus extrems en els suports A i B, sense tocar els obstacles.** Existeixen diverses opcions de disseny. El que es mostra a continuació només és un dels possibles.



Es considerarà el nom i cognoms de l'alumne amb DNI més alt

Lletra inicial	1r. cognom	2n. cognom
A-F	200	150
G-O	250	175
P-Z	300	200
Càrrega de servei P (N)		a (mm)

- L'element resistent ha de salvar els obstacles O i O', sense tocar-los en condicions de càrrega de servei.
- Cap barra recta pot superar els 400 mm de longitud.

Càlcul

El càlcul de l'element inclou: els esforços de secció i l'anàlisi de tensions i deformacions. En particular, l'estudi de la secció crítica i la determinació del desplaçament vertical (δ) a la secció d'aplicació de la càrrega (C).

L'element ha de ser de tipologia "peça prismàtica". **La secció no pot ser una secció comercial: cal fer un disseny específic i construir-lo.** No es poden emprar estructures reticulars de barres.

- Abans d'adquirir el material, s'aconsella fer un **predimensionament** de l'element a partir dels valors orientatius de la taula de materials adjunta (o característiques tècniques del material disponibles).
- **Adquisició** del material i **obtenció** de les seves característiques. Es pot venir al Laboratori (matins de 12-14h) i assajar:
 - proveta de $\ell=250$ mm per a determinar f_y i/o f_u (assaig de tracció o de flexo-tracció, **DESTRUCTIU**)
 - proveta de $\ell=700$ mm per a determinar E (assaig de flexió, **NO DESTRUCTIU**)

(NOTA: Els materials metàl·lics **NOMÉS** han de fer el **primer assaig**. Han de prendre el **mòdul elàstic** tabulat).

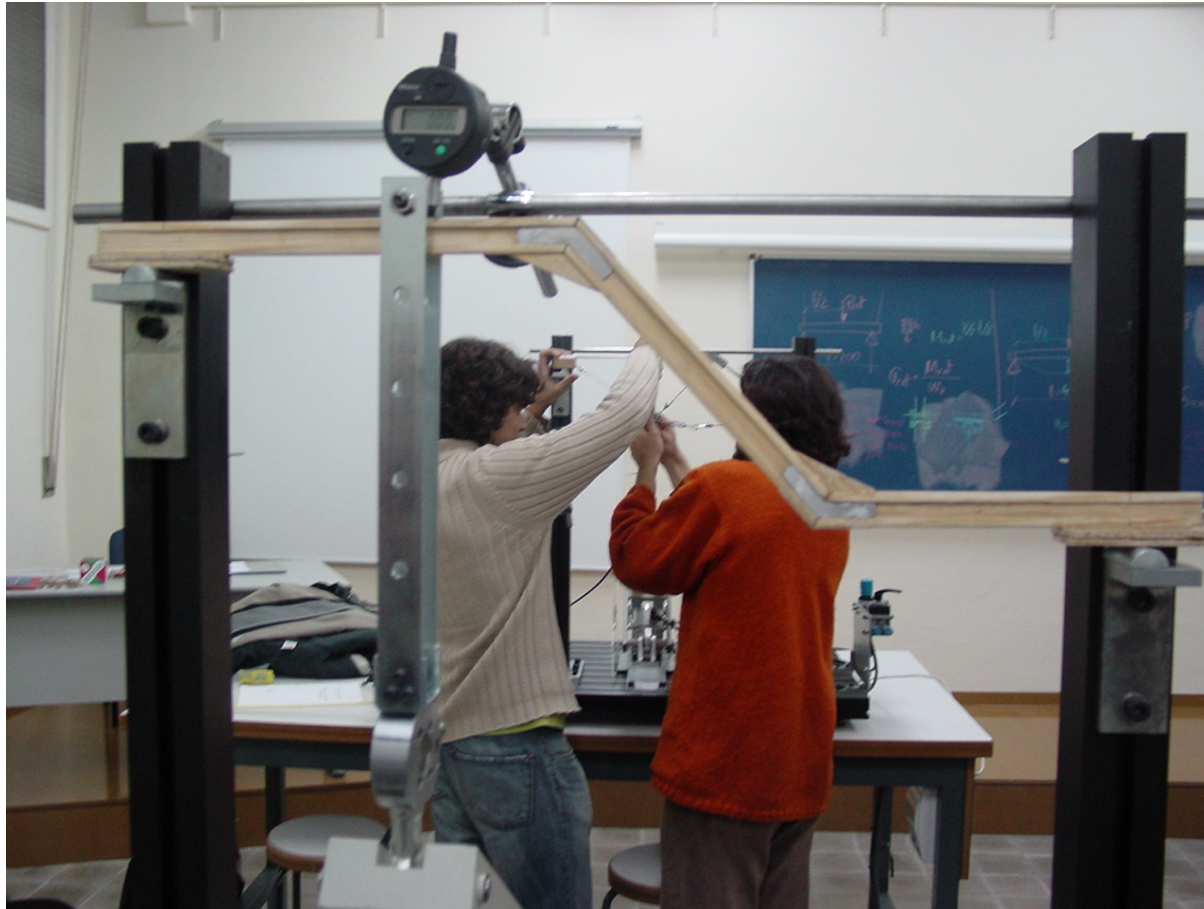
El coeficient de seguretat es prendrà $\gamma_{se}=1,5+2,5$. S'haurà de justificar si es vol prendre un valor superior (en cap cas podrà ser més gran que 4).

El desplaçament vertical a la secció C, sota càrrega nominal P, no pot superar els **15 mm**.

Exemple:

Enunciat de Treball





Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departament de Resistència
de Materials i Estructures a l'Enginyeria



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departament de Resistència
de Materials i Estructures a l'Enginyeria



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departament de Resistència
de Materials i Estructures a l'Enginyeria



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departament de Resistència
de Materials i Estructures a l'Enginyeria

Recurs: **PRISMATIC**

Objectius: Recurs multimèdia de suport a l'autoaprenentatge, disponible al campus digital (i a Internet)

Característiques:

- Resum de teoria i exercicis (*eina de suport global de l'assignatura*)
- Exercicis resolts (*aplicació dels conceptes*)
- Generador de variants d'exercicis per resoldre (*autoavaluació*)
- Disponible al campus digital i a Internet (*ús de recursos informàtics*)
- Versions en català, castellà i anglès (*tercera llengua*)

Resultats:

- **Alt nivell d'utilització i bona valoració per part dels estudiants**



PRISMATIC 1.0

FUNCIONAMENT DE LA NAVEGACIÓ



Material multimèdia docent
per a l'aprenentatge de

Resistència de Materials

etseib
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UPC

- 1. Peça prismàtica
 - 1.1 Mètode de les seccions
 - 1.2 Diagrames d'esforços
- 2. Esf. normal i cisalladura
 - 2.1 Esforç normal
 - 2.2 Cisalladura pura: unions
- 3. Moment flector
 - 3.1 Flexió pura
 - 3.2 Flexió desviada
 - 3.3 Flexió composta
- 4. Esforç tallant
 - 4.1 Seccions massisses
 - 4.2 Seccions minses
 - 4.3 Seccions compostes
- 5. Moment torsor
 - 5.1 Seccions circulars
 - 5.2 Seccions genèriques
 - 5.3 Seccions paret prima
 - 5.4 Esforços combinats
- 6. Desplaçaments
 - 6.1 Mètodes energètics
 - 6.2 Equació de l'elàstica
 - 6.3 Teoremes de Mohr
- 7. Hiperestaticitat
- 8. Vinclament



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departament de Resistència
de Materials i Estructures a l'Enginyeria

1a Jornada de Docència a l'ETSEIB

13 juliol 2015

Moltes gràcies per la vostra atenció !

Departament de Resistència
de Materials i Estructures a l'Enginyeria



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA