

Università degli Studi di Cagliari

Prova scritta di Tecnica delle Costruzioni, Prof. Fausto Mistretta  
11/11/2010 ore 15:00 aula ALFA.

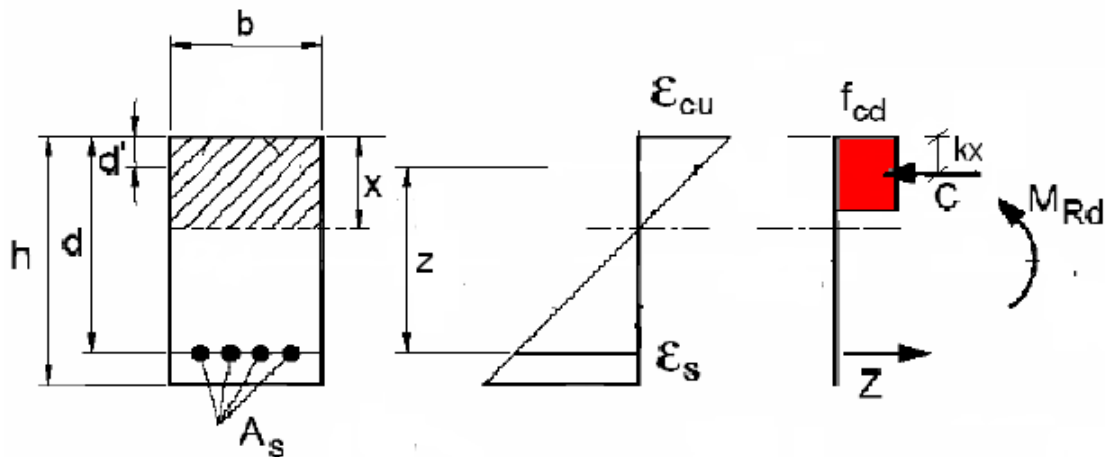
Cognome e Nome:

Matricola:

### Quesito N° 1 (8 punti).

Verificare allo SLU la sezione rettangolare (base 300 mm, altezza 600 mm) armata con  $4\Phi 16$  per  $M_{sd}$  pari a 160 kNm, realizzata con calcestruzzo classe di resistenza C28/35 e acciaio B450C.

**Risoluzione:**



$$f_{cd} = \frac{0,85 \cdot 28}{1,5} = 15,87 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{450}{1,15} = 391,3 \text{ MPa}$$

Lo SLU per flessione coincide con il raggiungimento della massima capacità deformativa del calcestruzzo,  $\epsilon_c = 0,0035$ .

Si utilizza come diagramma costitutivo del calcestruzzo lo stress-block ( $\beta=0,8$ ,  $k=0,4$ ).

Per  $4\Phi 16$  si ha un'area pari a:

$$A_s = 804 \text{ mm}^2$$

Si deve calcolare la posizione effettiva dell'asse neutro ponendo:

$$C = Z$$

$$C = \beta \times f_{cd} \times b = 0,8 \cdot x \cdot f_{cd} \cdot b$$

$$Z = A_s \cdot f_{yd} = 314.605,2$$

Si ottiene  $x = 82,6$  mm

Si verifica che le armature lavorino oltre lo snervamento tramite la proporzione:

$$0,0035:82,6 = \varepsilon_s:(560-82,6)$$

$$\varepsilon_s = 0,02 > \varepsilon_{ysd} = 0,00196$$

$$M_{Rd} = Z \cdot z$$

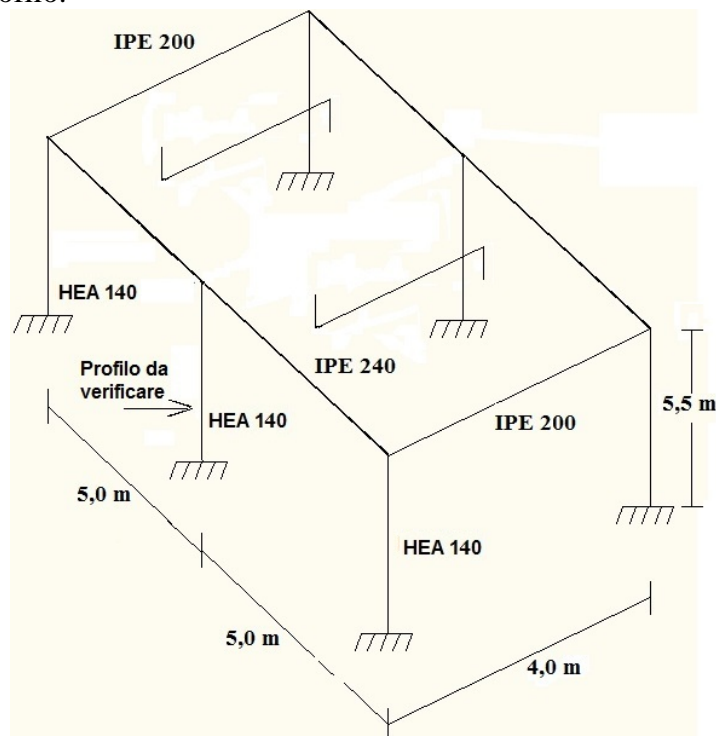
$$z = d - k \cdot x = 527$$
 mm

$$M_{Rd} = 166 \text{ KNm} > 150 \text{ KNm VERIFICATA}$$

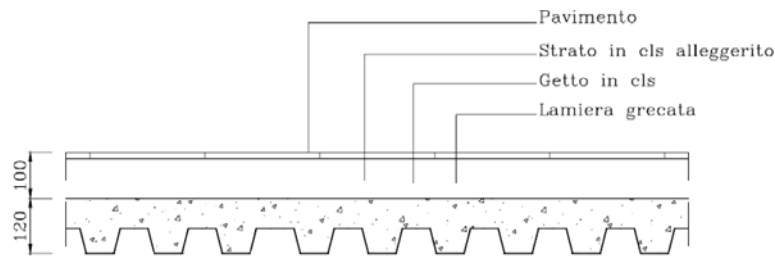
## Quesito 2 (16 punti):

Data la struttura in acciaio, riportata in figura, destinata ad uso residenziale, eseguire l'analisi dei carichi e verificare il pilastro indicato; si considerino i pilastri incastrati al suolo e incernierati con le travi.

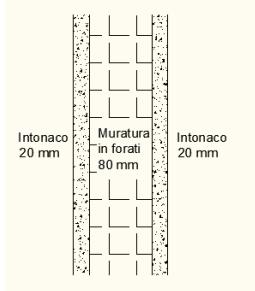
La struttura è realizzata con pilastri HEA 140, con travi principali IPE 240 e secondarie IPE 200 in acciaio S235. Trattandosi di profilato metallico commerciale di tipo HEA non è richiesta la classificazione del profilo.



-Il solaio è realizzato in lamiera grecata tipo EGB 1200/D del peso di  $0,21 \text{ kN/m}^2$ , con soletta collaborante del peso di  $2,3 \text{ kN/m}^2$ , da uno strato di cls alleggerito per il passaggio degli impianti di  $100 \text{ mm}$  del peso di  $12 \text{ kN/m}^3$  e da un pavimento in piastrelle di  $20 \text{ mm}$  del peso di  $20 \text{ kN/m}^3$ .



-Sul solaio sono presenti dei tramezzi così formati:



- Intonaco civile spessore 20 mm e peso unitario  $20 \text{ kN/m}^3$
- Muratura in forati spessore 80 mm e peso unitario  $11 \text{ kN/m}^3$

I tramezzi sono alti 2,60 m.

Dati del pilastro:

-altezza	$h$	133	mm
-larghezza	$b$	140	mm
-spessore delle ali	$t_f$	8,5	mm
-spessore dell'anima	$t_w$	5,5	mm
-raggio di raccordo	$r$	12	mm
-area	$A$	3142	$\text{mm}^2$
-momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I_{y-y}$	1033	$\text{cm}^4$
-momento d'inerzia rispetto all'asse debole	$I_{z-z}$	389,3	$\text{cm}^4$
-Peso per unità di lunghezza	$g_t$	0,247	$\text{kN/m}$

Peso proprio della trave principale IPE 240:	0,307	$\text{kN/m}$
Peso proprio della trave secondaria IPE 200:	0,224	$\text{kN/m}$

## Risoluzione:

### -Analisi dei carichi

#### Carichi permanenti strutturali ( $G_1$ ):

Peso proprio del pilastro	0,247	$\text{kN/m}$
Peso proprio della trave principale	0,307	$\text{kN/m}$
Peso proprio della trave secondaria	0,224	$\text{kN/m}$

Peso del solaio:

lamiera grecata tipo EGB 1200/D	0,21	$\text{kN/m}^2$
soletta collaborante	2,3	$\text{kN/m}^2$
<b>peso totale</b>	<b>2,51</b>	<b><math>\text{kN/m}^2</math></b>

#### Carichi permanenti portati ( $G_2$ ):

strato di cls alleggerito	$12 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,10 \text{ m} =$	1,20	$\text{kN/m}^2$
pavimento in piastrelle di 20 mm del peso di	$20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,02 \text{ m} =$	0,4	$\text{kN/m}^2$
<b>peso totale</b>		<b>1,60</b>	<b><math>\text{kN/m}^2</math></b>

Peso proprio dei tramezzi per  $\text{m}^2$ :

intonaco civile	$20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,02\text{m} =$	0,4	$\text{kN/m}^2$
muratura in forati	$11 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,08\text{m} =$	0,88	$\text{kN/m}^2$
intonaco civile	$20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,02\text{m} =$	0,4	$\text{kN/m}^2$
<b>peso totale</b>		<b>1,68</b>	<b><math>\text{kN/m}^2</math></b>

I carichi dovuti ai tramezzi possono essere ragguagliati ad un carico permanente portato uniformemente distribuito che nel caso di un peso per unità di lunghezza pari a  $1,68 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,60\text{m} = 4,37 \text{ kN/m}$  è pari a **2,00  $\text{kN/m}^2$** .

#### Carichi variabili ( $Q_{k1}$ ):

ambienti ad uso residenziale		2,00	$\text{kN/m}^2$
------------------------------	--	------	-----------------

**-Carichi sul pilastro (poiché l'area d'influenza è pari a 5,0 m x 2,00 m, il pilastro porta i carichi di 10,00  $\text{m}^2$  di solaio):**

Peso proprio del pilastro:	$0,247 \text{ kN/m} \cdot 5,50\text{m} =$	1,36	kN
Peso proprio della trave principale:	$0,361 \text{ kN/m} \cdot 5,00\text{m} =$	1,81	kN
Peso proprio del solaio:	$2,51 \text{ kN/m}^2 \cdot 10,00 \text{ m}^2 =$	25,10	kN
<b>Carico permanente strutturale (<math>G_1</math>)</b>		<b>28,27</b>	<b>kN</b>

Carichi permanenti portati sul solaio:	$1,60 \text{ kN/m}^2 \cdot 10,00 \text{ m}^2 =$	16,00	kN
Peso proprio dei tramezzi:	$2,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 10,00 \text{ m}^2 =$	20,00	kN
<b>Carico permanente portato (<math>G_2</math>)</b>		<b>36,00</b>	<b>kN</b>

<b>Carichi variabili (<math>Q_{k1}</math>):</b>	$2,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 10,00 \text{ m}^2 =$	<b>20,00</b>	<b>kN</b>
---	---	--------------	-----------

#### -Combinazioni di carico

-SLU

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{K1}$$

dove:

$$\begin{aligned} \gamma_{G1} &= 1,3 & G_1 &= \text{Carichi permanenti} \\ \gamma_{G2} &= 1,5 & G_2 &= \text{Carichi permanenti non strutturali} \\ \gamma_{Q1} &= 1,5 & Q_{K1} &= \text{Carichi variabili} \end{aligned}$$

$$N_{Ed} = 1,3 \cdot 28,27 + 1,5 \cdot 36,00 + 1,5 \cdot 20,00 = 120,75 \text{ kN}$$

#### -Compressione

Resistenza di calcolo a compressione:

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{3142 \cdot 235}{1,05} \cong 703,21 \text{ kN}$$

Poiché si ha  $N_{Ed} = 120,75 \text{ kN} < N_{c,Rd} = 703,2 \text{ kN}$  la verifica risulta soddisfatta.

#### -Instabilità

Resistenza di calcolo all'instabilità:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \bar{\lambda}^2}} \leq 1 \quad \Phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$N_{cr}$  è il carico critico elastico dell'asta pari a:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_0^2}$$

dove  $L_0 = \beta \cdot L$  è la lunghezza di libera inflessione.

Per un'asta con un estremo incastrato ed uno incernierato  $\beta=0,8$ , per cui  $L_{0,y} = L_{0,z} = 0,8 \cdot 5,5 = 4,4\text{m}$ .

Per le sezioni laminate quando si ha  $h/b < 1,2$  e  $t_f < 100$  mm, si considera la curva d'instabilità b per l'asse forte y-y e la curva d'instabilità c per l'asse debole z-z.

-asse forte y-y

Dalla curva d'instabilità b ricavo il fattore di imperfezione  $\alpha=0,34$ .

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y-y}}{L_{0,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 10330000}{4400^2} \cong 1105\text{kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{3142 \cdot 235}{1105000}} = 0,817$$

$$\Phi = 0,5[1 + 0,34(0,817 - 0,2) + 0,817^2] = 0,94$$

$$\chi = \frac{1}{0,94 + \sqrt{0,94^2 + 0,817^2}} = 0,456$$

e quindi la resistenza di calcolo a compressione rispetto all'asse forte y-y:

$$N_{b,Rd} = \frac{0,456 \cdot 3142 \cdot 235}{1,05} = 321,8\text{kN}$$

-asse debole z-z

Dalla curva d'instabilità c ricavo il fattore di imperfezione  $\alpha=0,49$ .

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{z-z}}{L_{0,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 3893000}{4400^2} = 416,3\text{kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{3142 \cdot 235}{416300}} = 1,33$$

$$\Phi = 0,5[1 + 0,49(1,33 - 0,2) + 1,33^2] = 1,66$$

$$\chi = \frac{1}{1,66 + \sqrt{1,66^2 + 1,33^2}} = 0,264$$

e quindi la resistenza di calcolo a compressione rispetto all'asse debole z-z:

$$N_{b,Rd} = \frac{0,264 \cdot 3142 \cdot 235}{1,05} = 185,6\text{kN}$$

La resistenza di calcolo a compressione sarà la minore tra quelle calcolate rispetto ai due assi. Poiché si ha  $N_{Ed} = 120,75\text{kN} < N_{b,Rd} = 185,6\text{kN}$  la verifica risulta soddisfatta.

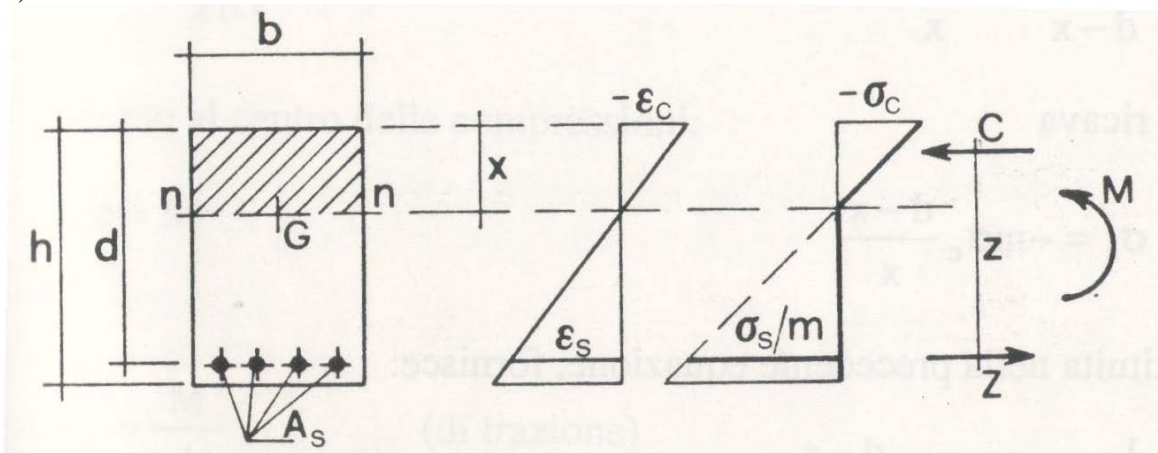
### Quesito 3 (6 punti):

Per una sezione rettangolare inflessa in c.a., riportare i diagrammi di tensioni e deformazioni e scrivere l'espressione di C (risultante compressioni) e Z (risultante trazioni) nei seguenti casi:

- 1) Sezione parzializzata in campo elastico (Stadio II)
- 2) Sezione nel campo delle forti armature (Stadio III)

**Risoluzione:**

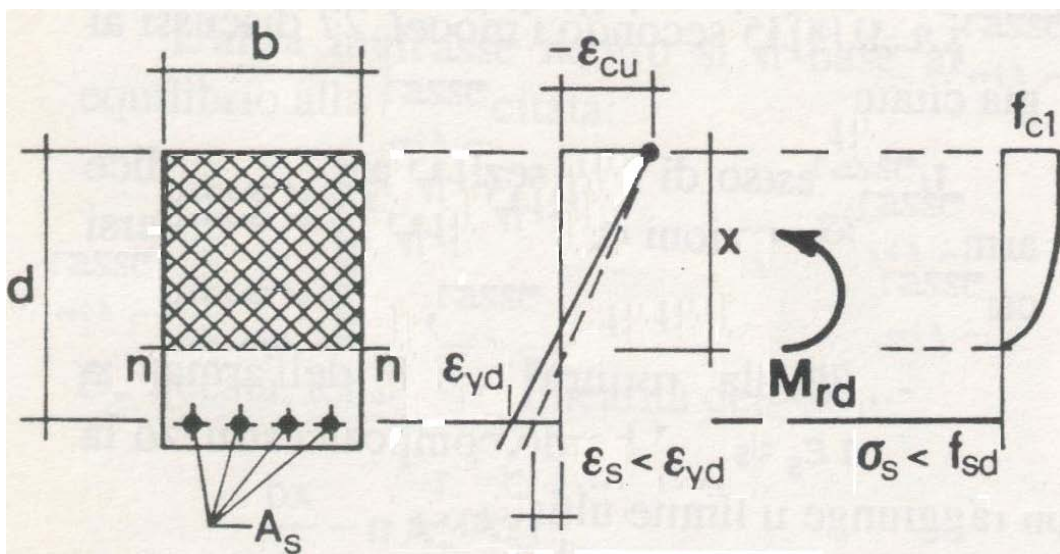
1)



$$C = -1/2 \sigma_c b x$$

$$Z = \sigma_s A_s$$

2)



$$C = \beta b x f_{c1}$$

$$Z = \sigma_s A_s$$