



Per prima cosa devo dimensionare la sezione di una trave a sbalzo per le tre tecnologie:

- legno
- acciaio
- cemento armato

Successivamente, per la verifica della mensola devo controllare l'abbassamento

$$\ell/v_{\max} > 250$$

## LEGNO

Per il dimensionamento della sezione posso utilizzare i valori usati nella prima esercitazione, e procedere quindi al calcolo di  $q_u$ . Inserendo poi il valore della luce (3m) il foglio excell mi da il momento massimo, che questa volta è calcolato nella sezione di incastro, poichè lo schema statico di riferimento quello della mensola, e quindi sarà:

$$M_{\max} = q_l^2 / 2$$

interasse (m)	$q_s$ (kN/mq)	$q_p$ (kN/mq)	$q_s$ (kN/mq)	$q_u$ (kN/m)	luce (m)	$M_{\max}$ (kN*m)
3	0,71	3,16	2,00	24,093	3	108,4185

Una volta trovato  $M_{\max}$ , trovo (come per la precedente esercitazione) l'altezza minima, che mi permetterà di progettare la sezione della trave.

$f_{m,k}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$k_{mod}$	$\gamma_m$	$f_d$ c	b (cm)	$h_{\min}$ (cm)	H (cm)
24	0.6	1.50	9.60	30	47.53	50

A questo punto, per verificare la mensola, devo controllare l'abbassamento massimo dell'elemento strutturale in rapporto alla sua luce.

Il procedimento viene effettuato allo SLE (stato limite di esercizio) e quindi i carichi incidenti sulla struttura vengono ricombinati seguendo la combinazione frequente:

$$q_e = (q_s + q_p + \psi_{11} \times q_a) \times i$$

Nel caso del legno il peso proprio della trave viene trascurato.

Posso procedere al calcolo dello spostamento.

Inserisco in tabella il valore del modulo elastico  $E = 8000 \text{ N/mm}^2$

calcolo il momento di inerzia  $I_x = bh^3/12$

calcolo il valore dello spostamento, tramite la formula

$$v_{\max} = q_e l^4 / 8 E I_x$$

E (N/mm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	q <sub>e</sub> (kN/m)	v <sub>max</sub> (cm)	l/v <sub>max</sub>	
8000	312500	2	0,08	3703,70	SI

La mia sezione è verificata, poichè il rapporto luce/spostamento è **maggiore di 250**.

## ACCIAIO

Per il dimensionamento della sezione posso utilizzare i valori usati nella prima esercitazione, e procedere quindi al calcolo di q<sub>u</sub>

Inserendo poi il valore della luce (3m) il foglio excell mi da il momento massimo, che questa volta è calcolato nella sezione di incastro, poichè lo schema statico di riferimento quello della mensola, e quindi sarà:

$$M_{\max} = q l^2 / 2$$

interasse (m)	q <sub>s</sub> (kN/mq)	q <sub>p</sub> (kN/mq)	q <sub>a</sub> (kN/mq)	q <sub>u</sub> (kN/m)	luce (m)	M <sub>max</sub> (kN*m)
3	2,99	2,19	2,00	30,516	3	137,322

Nel caso dell'acciaio, come per la precedente esercitazione, ricavo il modulo di resistenza a flessione minimo W<sub>min</sub>.

f <sub>y,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	W <sub>x,min</sub> (cm <sup>3</sup> )
235	204,35	672,00

Per scegliere il mio profilato devo cercare nella tabella una IPE che abbia un W maggiore del minimo che ho trovato. Scelgo quindi una IPE 330.

Per calcolare l'abbassamento ho bisogno dei seguenti dati:

peso = 49,1 kg/m (che verrà aggiunto nel calcolo del carico  $q_e$  allo SLE)

$$q_e = (q_s + q_p + \psi_{11} \times q_a) \times i$$

$I_x = 11770,0$  (momento di inerzia del profilo)

$E = 210000$  N/mm<sup>2</sup>

Inserendo in tabella i valori, calcolo lo spostamento massimo

$$v_{\max} = q_e l^4 / 8 E I_x$$

$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	peso (kN/m)	$q_e$ (kN/m)	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$v_{\max}$ (cm)	$l/v_{\max}$	
11770	0,49	19,03	210000	0,780	384,843	Sì

La mia sezione è verificata, poichè il rapporto luce/spostamento è **maggiore di 250**.

## CEMENTO ARMATO

Per il dimensionamento della sezione posso utilizzare i valori usati nella prima esercitazione, e procedere quindi al calcolo di  $q_u$

Inserendo poi il valore della luce (3m) il foglio excell mi da il momento massimo, che questa volta è calcolato nella sezione di incastro, poichè lo schema statico di riferimento quello della mensola, e quindi sarà:

$$M_{\max} = q l^2 / 2$$

interasse (m)	$q_s$ (kN/mq)	$q_p$ (kN/mq)	$q_a$ (kN/mq)	$q_u$ (kN/m)	luce (m)	$M_{\max}$ (kN*m)
3	2,13	2,56	2,00	28,83	3	129,72

Una volta trovato  $M_{\max}$ , trovo (come per la precedente esercitazione) l'altezza minima, che mi permetterà di progettare la sezione della trave.

Per il cemento armato, come nella prima es., ho una seconda riga sul foglio excell che permette di verificare che la sezione progettata sia idonea a sopportare tutti i carichi anche dopo aver aggiunto il peso proprio.

$M_{max}$ (kN*m)	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{cd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta$	$r$
129,72	450	391,30	40	26,67	0,51	2,18
151,66	450,00	391,30	40,00	22,67	0,46	2,26

  

b (cm)	$h_u$ (cm)	$\delta$ (cm)	$H_{min}$ (cm)	H (cm)	area (m <sup>2</sup> )	peso (kN/m)
30	27,78	5	32,78	50	0,15	3,75
30,00	33,70	5,00	38,70	verificata		

A questo punto, per verificare la mensola, devo controllare l'abbassamento massimo dell'elemento strutturale in rapporto alla sua luce.

Il procedimento viene effettuato allo SLE (stato limite di esercizio) e quindi i carichi incidenti sulla struttura vengono ricombinati seguendo la combinazione frequente:

$$q_e = (q_s + q_p + \psi_{11} \times q_a) \times i$$

Posso procedere al calcolo dello spostamento.

Inserisco in tabella il valore del modulo elastico  $E = 21000 \text{ N/mm}^2$

calcolo il momento di inerzia  $I_x = bh^3/12$

calcolo il valore dello spostamento, tramite la formula

$$v_{max} = q_e l^4 / 8 E I_x$$

area (m <sup>2</sup> )	peso (kN/m)	$q_e$	E (N/mm <sup>2</sup> )	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$v_{max}$ (cm)	$l/v_{max}$
0,15	3,75	20,82	21000	312500	0,32	933,93

La mia sezione è verificata, poichè il rapporto luce/spostamento è **maggiore di 250**.