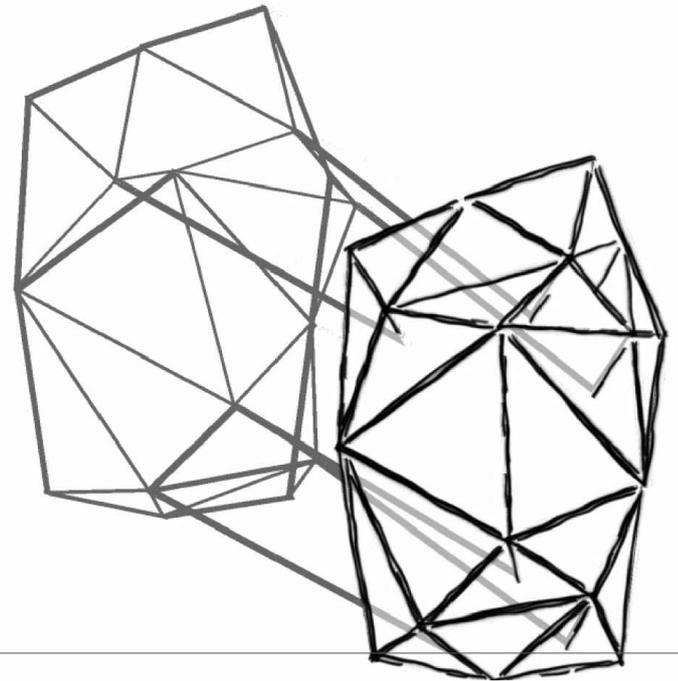




# Comune di Cava de' Tirreni

Provincia di Salerno



## Recupero complesso edilizio San Lorenzo denominato "ex a silo di Mendicita'"

### Il Lotto

Dirigente del 4° Settore Lavori Pubblici  
ing. Antonino Attanasio

Responsabile Unico del Procedimento  
ing. Gabriele De Pascale

Supporto al RUP  
ing. Angelo D'Amico

#### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Architettura  
arch. Giosuè Gerardo Saturno

Strutture e impianti  
Studio Paris Engineering

Geologia  
dott.ssa geol. Rosanna Miglionico

Sicurezza  
ing. Gianluigi Accarino

Restauro artistico  
dott. Fabio Sinisclachi

Progetto nuovo scala in legno: Relazione di calcolo

# STR.11

Revisione n.      data      oggetto

1

2

3

SCALA

-

DATA  
marzo 2022



## SOMMARIO

Premessa .....	2
1    Analisi dei carichi.....	4
2    VERIFICHE TRAVI .....	4
3    VERIFICHE GRADINI .....	7
4    VERIFICHE TRAVE DI SBARCO .....	9

## PREMESSA

La presente relazione è finalizzata al dimensionamento di una scala da realizzare tra il piano 0 e 0+ all'interno dell'edificio "Ex Asilo di mendicITÀ", sito nel Comune di Cava de' Tirreni (SA). Viene redatta dall'Ing. Livio Paris, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di L'Aquila al n. 2761, con studio in Avezzano, Via G. Amendola n. 48, per effetto dell'incarico conferito dal comune di Cava de' Tirreni.

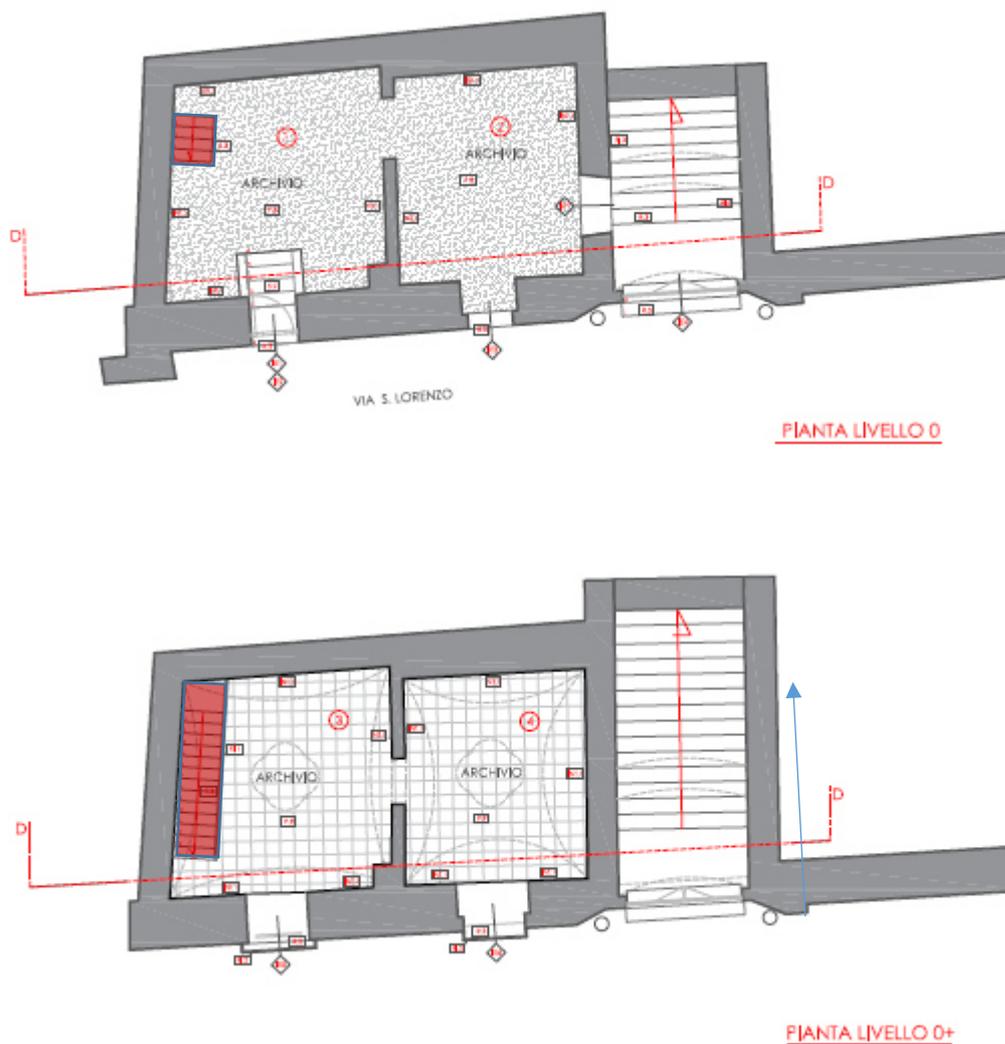
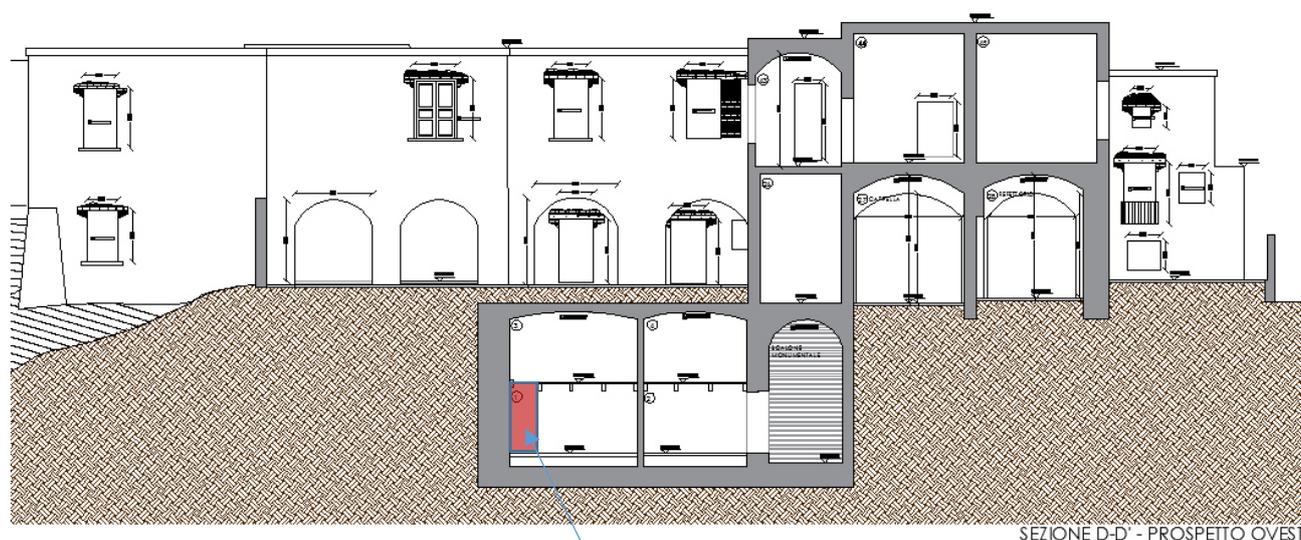


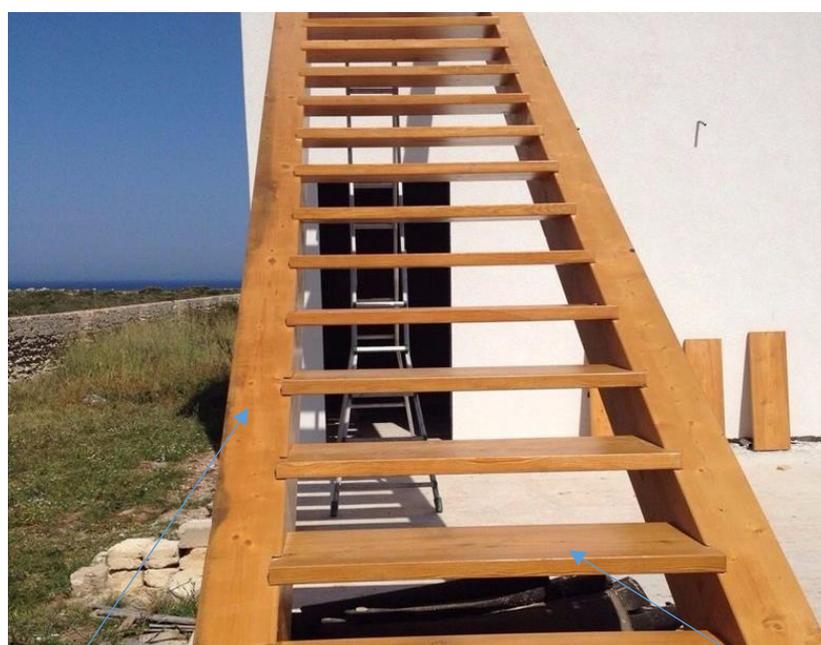
Figura 1: Individuazione della zona oggetto di intervento



SEZIONE D-D' - PROSPETTO OVEST

Figura 2: Sezione trasversale con individuazione della scala da realizzare

La nuova scala verrà realizzata con struttura portante in legno lamellare costituita da due travi (cosciali) con interposti gradini sempre in legno lamellare. Si riporta di seguito un'immagine esplicativa della tipologia di intervento



Nuove travi in  
legno lamellare

Figura 3: Realizzazione di solaio su volta esistente

Gradini in legno  
lamellare



## 1 ANALISI DEI CARICHI

Le travi verranno poste ad un interasse pari a 100 cm

Gk1

Travi in legno lamellare 10x20 cm =  $0.1 \times 0.2 \times 1 \times 450 =$  9.00 kg/mq

Gradini in legno lamellare  $1.00 \times 1.00 \times 0.04 \times 450 =$  18.00 kg/mq

TOTALE Gk1 27.00 kg/mq

Gk2

Ringhiera (20 kg/m) / 0.5 = 40.00 kg/mq

TOTALE Gk2 40.00 kg/mq

Qk

Sovraccarico accidentale Cat. C 300.00 kg/mq

## 2 VERIFICHE TRAVI



## Verifica trave in legno secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018

Scala in legno tra piano 0 e piano 0+

### CLASSE DI RESISTENZA – INFORMAZIONI SUL LEGNAME

Tipologia del legname: Lamellare omogeneo - GL 24h - UNI EN 14080:2013

$$f_{m,g,k} = 24,0 \text{ MPa}$$

$$E_{0,g,mean} = 11\,500,0 \text{ MPa}$$

$$G_{g,mean} = 650,0 \text{ MPa}$$

$$f_{v,g,k} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$E_{0,g,05} = 9\,600,0 \text{ MPa}$$

$$G_{g,05} = 540,0 \text{ MPa}$$

$$\rho_{g,k} = 385,0 \text{ kg/mc}$$

$$E_{90,g,mean} = 300,0 \text{ MPa}$$

$$\rho_{g,mean} = 420,0 \text{ kg/mc}$$

### CLASSE DI SERVIZIO E DI DURATA – COEFFICIENTE DI SICUREZZA

Classe di servizio: Classe di servizio 2 (ambiente umido)

$$k_{der} = 0,8$$

Classe di durata del carico permanente: Permanente (più di 10 anni)

$$k_{mod,G} = 0,6$$

Classe di durata del carico variabile: Breve durata (meno di 1 settimana)

$$k_{mod,Q} = 0,9$$

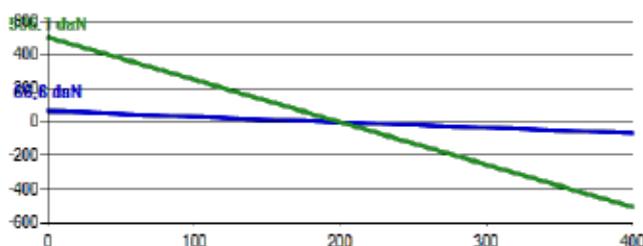
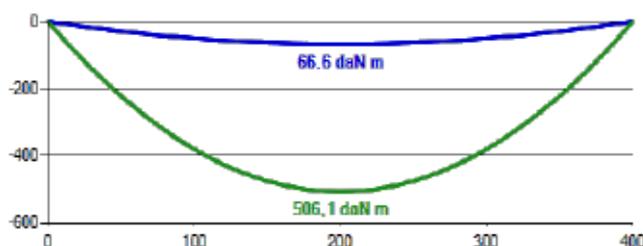
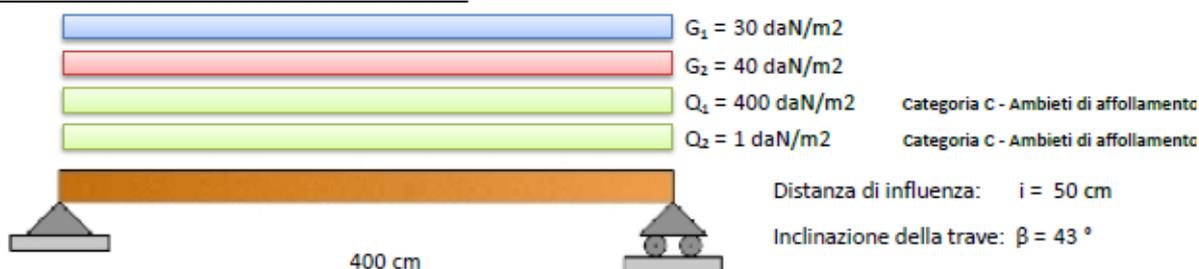
Coefficiente moltiplicativo del carico permanente G2:

$$\gamma_{G2} = 1,0 \div 1,3$$

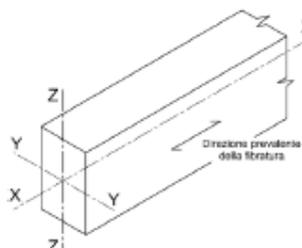
Coefficiente di sicurezza del materiale: no produzioni continuative

$$\gamma_M = 1,45$$

### COMBINAZIONE DEI CARICHI – SOLLECITAZIONI



### SEZIONE TRAVE – DEFORMAZIONI

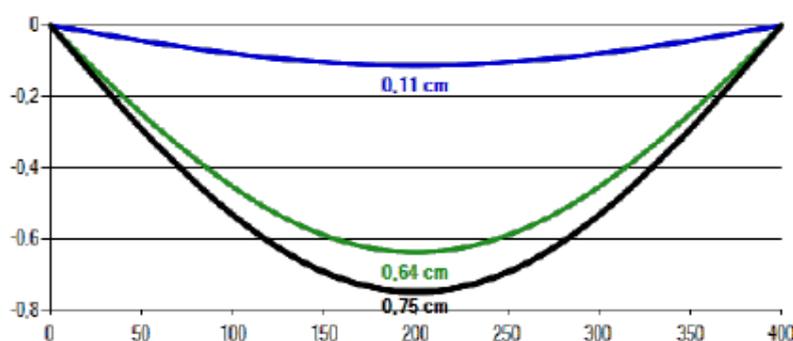


Area della sezione:  $A = 200,0 \text{ cm}^2$   
 Modulo di resistenza, YY:  $W_{yy} = 666,7 \text{ cm}^3$   
 Modulo di resistenza, ZZ:  $W_{zz} = 333,3 \text{ cm}^3$   
 Momento di inerzia, YY:  $J_{yy} = 6\,666,7 \text{ cm}^4$   
 Momento di inerzia, ZZ:  $J_{zz} = 1\,666,7 \text{ cm}^4$   
 Rotazione della sezione:  $\alpha = 0^\circ$



H=20 cm

B=10 cm



$w_{ist,G} = 0,11 \text{ cm}$   
 $w_{ist,Q} = 0,64 \text{ cm}$   
 $w_{ist} = 0,75 \text{ cm}$   
 $w_{in,Q} = 0,38 \text{ cm}$   
 $w_{in} = 0,49 \text{ cm}$   
 $w_{creep} = 0,40 \text{ cm}$   
 $w_c = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{net,fin} = 1,14 \text{ cm}$   
 $w_{fin} = 1,14 \text{ cm}$

### VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Momento sollecitante:  $M_{ed,I} \div k_{mod,G} < M_{ed,II} \div k_{mod,Q} \rightarrow$  Condizione più gravosa: II  $\rightarrow M_{ed} = 506,1 \text{ daN m}$

Tensioni di progetto:  $\sigma_{m,y,d} = 75,9 \text{ daN/cm}^2$   $\sigma_{m,z,d} = 0,0 \text{ daN/cm}^2$

Coefficienti moltiplicativi resistenze:  $k_{h,H} = 1,100$   $k_{h,B} = 1,100$

Resistenze di progetto:  $f_{m,y,d} = 163,9 \text{ daN/cm}^2$   $f_{m,z,d} = 163,9 \text{ daN/cm}^2$

Altri coefficienti:  $k_m = 0,7$   $k_{crit,m} = 1,000$

Taglio sollecitante:  $V_{ed,I} \div k_{mod,G} < V_{ed,II} \div k_{mod,Q} \rightarrow$  Condizione più gravosa: II  $\rightarrow V_{ed} = 506,1 \text{ daN}$

Tensione e resistenza di progetto:  $\tau_d = 5,7 \text{ daN/cm}^2$   $f_{v,d} = 21,7 \text{ daN/cm}^2$

Coefficienti di combinazione:  $\psi_{01}=0,7$  -  $\psi_{11}=0,7$  -  $\psi_{21}=0,6$  -  $\psi_{02}=0,7$  -  $\psi_{12}=0,7$  -  $\psi_{22}=0,6$

Posizione di applicazione del carico: Carico applicato nel baricentro o nell'asse della trave

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO		VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO	
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	0,46 < 1,00	$w_{ist} \leq L / 300$	0,75 cm < 1,33 cm
$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	0,32 < 1,00	$w_{net,fin} \leq L / 250$	1,14 cm < 1,60 cm
$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$	0,46 < 1,00	$w_{fin} \leq L / 150$	1,14 cm < 2,67 cm
$\tau_d \leq f_{v,d}$	5,67 < 21,72		

### 3 VERIFICHE GRADINI



#### Verifica trave in legno secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018

Gradini della scala in legno tra piano 0 e piano 0+

#### CLASSE DI RESISTENZA – INFORMAZIONI SUL LEGNAME

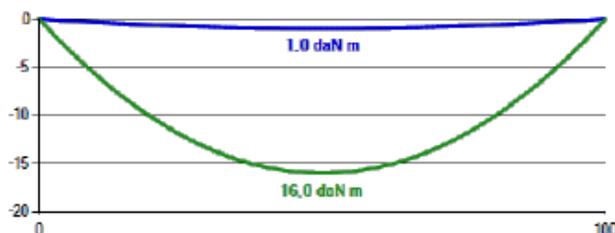
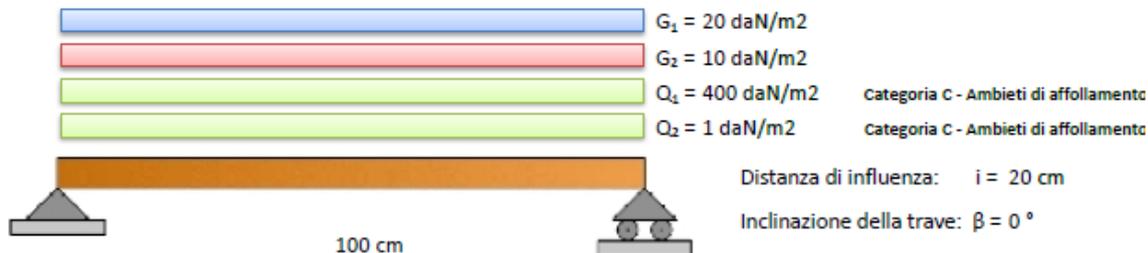
Tipologia del legname: Lamellare omogeneo - GL 24h - UNI EN 14080:2013

$f_{m,g,k} = 24,0 \text{ MPa}$	$E_{0,g,mean} = 11\,500,0 \text{ MPa}$	$G_{g,mean} = 650,0 \text{ MPa}$
$f_{v,g,k} = 3,5 \text{ MPa}$	$E_{0,g,05} = 9\,600,0 \text{ MPa}$	$G_{g,05} = 540,0 \text{ MPa}$
$\rho_{g,k} = 385,0 \text{ kg/mc}$	$E_{90,g,mean} = 300,0 \text{ MPa}$	$\rho_{g,mean} = 420,0 \text{ kg/mc}$

#### CLASSE DI SERVIZIO E DI DURATA – COEFFICIENTE DI SICUREZZA

Classe di servizio: Classe di servizio 2 (ambiente umido)	$k_{ser} = 0,8$
Classe di durata del carico permanente: Permanente (più di 10 anni)	$k_{mod,S} = 0,6$
Classe di durata del carico variabile: Breve durata (meno di 1 settimana)	$k_{mod,Q} = 0,9$
Coefficiente moltiplicativo del carico permanente G2:	$\gamma_{G2} = 1,0 \div 1,3$
Coefficiente di sicurezza del materiale: no produzioni continuative	$\gamma_M = 1,45$

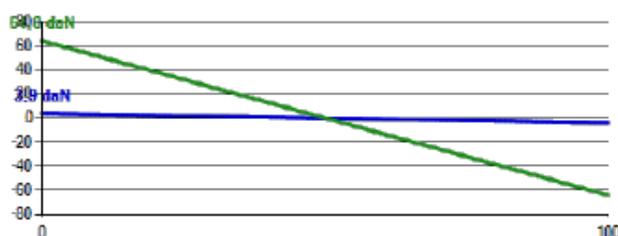
#### COMBINAZIONE DEI CARICHI – SOLLECITAZIONI



#### SOLLECITAZIONI IN CONDIZIONE I

Carico momento max = 7,8 daN/m  
 Momento max = 1,0 daN m  
 Posizione momento max = 50,0 cm

Carico taglio max = 7,8 daN/m  
 Taglio max = 3,9 daN  
 Posizione taglio max = 0,0 cm

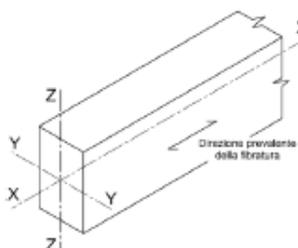


#### SOLLECITAZIONI IN CONDIZIONE II

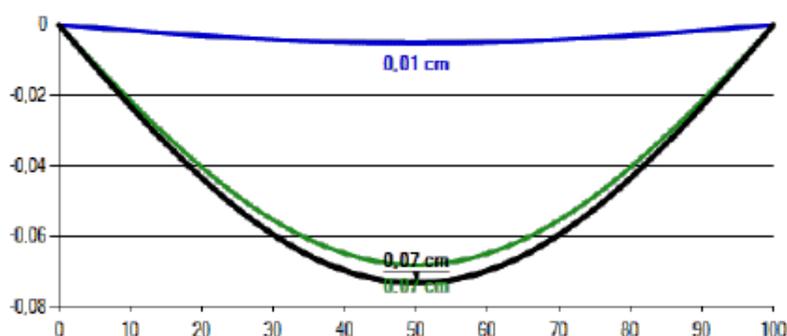
Carico momento max = 128,0 daN/m  
 Momento max = 16,0 daN m  
 Posizione momento max = 50,0 cm

Carico taglio max = 128,0 daN/m  
 Taglio max = 64,0 daN  
 Posizione taglio max = 0,0 cm

### SEZIONE TRAVE – DEFORMAZIONI



Area della sezione:  $A = 100,0 \text{ cm}^2$   
 Modulo di resistenza, YY:  $W_{yy} = 66,7 \text{ cm}^3$   
 Modulo di resistenza, ZZ:  $W_{zz} = 416,7 \text{ cm}^3$   
 Momento di inerzia, YY:  $J_{yy} = 133,3 \text{ cm}^4$   
 Momento di inerzia, ZZ:  $J_{zz} = 5\,208,3 \text{ cm}^4$   
 Rotazione della sezione:  $\alpha = 0^\circ$



$w_{ist,G} = 0,01 \text{ cm}$   
 $w_{ist,Q} = 0,07 \text{ cm}$   
 $w_{ist} = 0,07 \text{ cm}$   
 $w_{in,Q} = 0,04 \text{ cm}$   
 $w_{in} = 0,05 \text{ cm}$   
 $w_{creep} = 0,04 \text{ cm}$   
 $w_c = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{net,fin} = 0,11 \text{ cm}$   
 $w_{fin} = 0,11 \text{ cm}$

### VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Momento sollecitante:  $M_{ed,I} \div k_{mod,G} < M_{ed,II} \div k_{mod,Q} \rightarrow$  Condizione più gravosa: II  $\rightarrow M_{ed} = 16,0 \text{ daN m}$

Tensioni di progetto:  $\sigma_{m,y,d} = 24,0 \text{ daN/cm}^2$        $\sigma_{m,z,d} = 0,0 \text{ daN/cm}^2$

Coefficienti moltiplicativi resistenze:  $k_{n,H} = 1,100$        $k_{n,S} = 1,091$

Resistenze di progetto:  $f_{m,y,d} = 163,9 \text{ daN/cm}^2$        $f_{m,z,d} = 162,6 \text{ daN/cm}^2$

Altri coefficienti:  $k_m = 0,7$        $k_{crit,m} = 1,000$

Taglio sollecitante:  $V_{ed,I} \div k_{mod,G} < V_{ed,II} \div k_{mod,Q} \rightarrow$  Condizione più gravosa: II  $\rightarrow V_{ed} = 64,0 \text{ daN}$

Tensione e resistenza di progetto:  $\tau_d = 1,4 \text{ daN/cm}^2$        $f_{v,d} = 21,7 \text{ daN/cm}^2$

Coefficienti di combinazione:  $\psi_{01}=0,7$  -  $\psi_{11}=0,7$  -  $\psi_{21}=0,6$  -  $\psi_{02}=0,7$  -  $\psi_{12}=0,7$  -  $\psi_{22}=0,6$

Posizione di applicazione del carico: Carico applicato nel baricentro o nell'asse della trave

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO		VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO	
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	0,15 < 1,00	$w_{ist} \leq L / 300$	0,07 cm < 0,33 cm
$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	0,10 < 1,00	$w_{net,fin} \leq L / 250$	0,11 cm < 0,40 cm
$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$	0,15 < 1,00	$w_{fin} \leq L / 150$	0,11 cm < 0,67 cm
$\tau_d \leq f_{v,d}$	1,43 < 21,72		

## 4 VERIFICHE TRAVE DI SBARCO



### Verifica trave in legno secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018

Trave di sbarco della scala in legno tra piano 0 e piano 0+

#### CLASSE DI RESISTENZA – INFORMAZIONI SUL LEGNAME

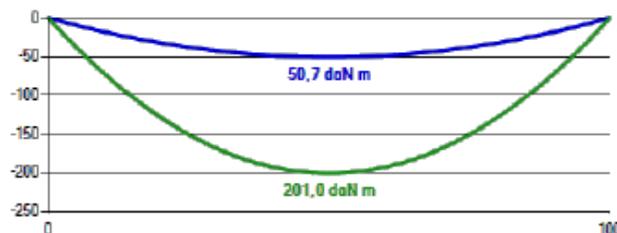
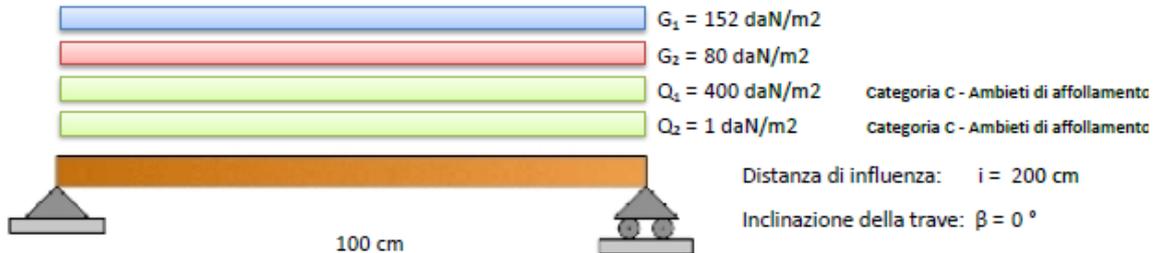
Tipologia del legname: Lamellare omogeneo - GL 24h - UNI EN 14080:2013

$f_{m,g,k} = 24,0 \text{ MPa}$	$E_{0,g,mean} = 11\,500,0 \text{ MPa}$	$G_{g,mean} = 650,0 \text{ MPa}$
$f_{v,g,k} = 3,5 \text{ MPa}$	$E_{0,g,05} = 9\,600,0 \text{ MPa}$	$G_{g,05} = 540,0 \text{ MPa}$
$\rho_{g,k} = 385,0 \text{ kg/mc}$	$E_{90,g,mean} = 300,0 \text{ MPa}$	$\rho_{g,mean} = 420,0 \text{ kg/mc}$

#### CLASSE DI SERVIZIO E DI DURATA – COEFFICIENTE DI SICUREZZA

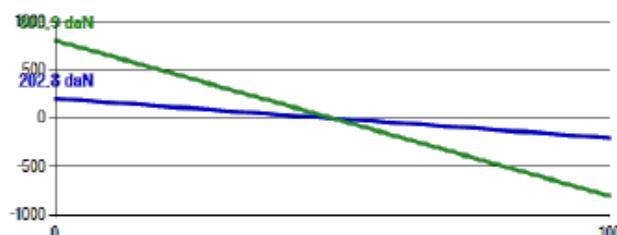
Classe di servizio: Classe di servizio 2 (ambiente umido)	$k_{def} = 0,8$
Classe di durata del carico permanente: Permanente (più di 10 anni)	$k_{mod,G} = 0,6$
Classe di durata del carico variabile: Breve durata (meno di 1 settimana)	$k_{mod,Q} = 0,9$
Coefficiente moltiplicativo del carico permanente G2:	$\gamma_{G2} = 1,0 \div 1,3$
Coefficiente di sicurezza del materiale: no produzioni continuative	$\gamma_M = 1,45$

#### COMBINAZIONE DEI CARICHI – SOLLECITAZIONI



#### SOLLECITAZIONI IN CONDIZIONE I

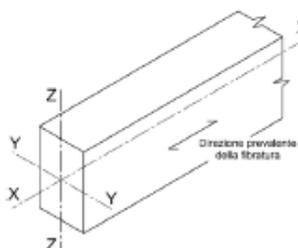
Carico momento max = 405,6 daN/m  
 Momento max = 50,7 daN m  
 Posizione momento max = 50,0 cm  
 Carico taglio max = 405,6 daN/m  
 Taglio max = 202,8 daN  
 Posizione taglio max = 0,0 cm



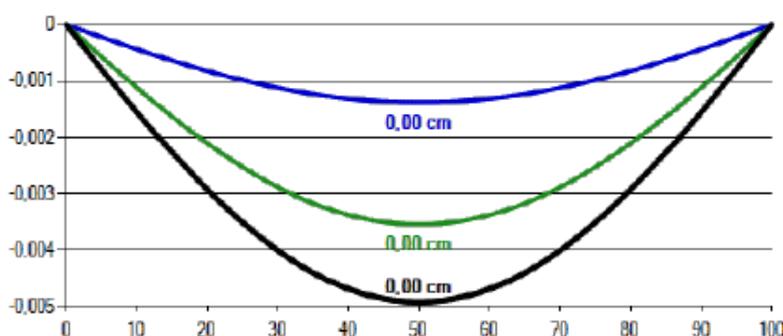
#### SOLLECITAZIONI IN CONDIZIONE II

Carico momento max = 1 607,7 daN/m  
 Momento max = 201,0 daN m  
 Posizione momento max = 50,0 cm  
 Carico taglio max = 1 607,7 daN/m  
 Taglio max = 803,9 daN  
 Posizione taglio max = 0,0 cm

### SEZIONE TRAVE – DEFORMAZIONI



Area della sezione:  $A = 392,0 \text{ cm}^2$   
 Modulo di resistenza, YY:  $W_{yy} = 1829,3 \text{ cm}^3$   
 Modulo di resistenza, ZZ:  $W_{zz} = 914,7 \text{ cm}^3$   
 Momento di inerzia, YY:  $J_{yy} = 25610,7 \text{ cm}^4$   
 Momento di inerzia, ZZ:  $J_{zz} = 6402,7 \text{ cm}^4$   
 Rotazione della sezione:  $\alpha = 0^\circ$



$w_{ist,S} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{ist,Q} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{ist} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{in,Q} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{in} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{creep} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_c = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{net,fin} = 0,01 \text{ cm}$   
 $w_{fin} = 0,01 \text{ cm}$

### VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Momento sollecitante:  $M_{ed,I} \div k_{mod,S} < M_{ed,II} \div k_{mod,Q} \rightarrow$  Condizione piú gravosa: II  $\rightarrow M_{ed} = 201,0 \text{ daN m}$

Tensioni di progetto:  $\sigma_{m,y,d} = 11,0 \text{ daN/cm}^2$   $\sigma_{m,z,d} = 0,0 \text{ daN/cm}^2$

Coefficienti moltiplicativi resistenze:  $k_{n,H} = 1,079$   $k_{n,B} = 1,100$

Resistenze di progetto:  $f_{m,y,d} = 160,8 \text{ daN/cm}^2$   $f_{m,z,d} = 163,9 \text{ daN/cm}^2$

Altri coefficienti:  $k_m = 0,7$   $k_{crit,m} = 1,000$

Taglio sollecitante:  $V_{ed,I} \div k_{mod,S} < V_{ed,II} \div k_{mod,Q} \rightarrow$  Condizione piú gravosa: II  $\rightarrow V_{ed} = 803,9 \text{ daN}$

Tensione e resistenza di progetto:  $\tau_d = 4,6 \text{ daN/cm}^2$   $f_{v,d} = 21,7 \text{ daN/cm}^2$

Coefficienti di combinazione:  $\psi_{01}=0,7 - \psi_{11}=0,7 - \psi_{21}=0,6 - \psi_{02}=0,7 - \psi_{12}=0,7 - \psi_{22}=0,6$

Posizione di applicazione del carico: Carico applicato nel baricentro o nell'asse della trave

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO		VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO	
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	0,07 < 1,00	$w_{ist} \leq L / 300$	0,00 cm < 0,33 cm
$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	0,05 < 1,00	$w_{net,fin} \leq L / 250$	0,01 cm < 0,40 cm
$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$	0,07 < 1,00	$w_{fin} \leq L / 150$	0,01 cm < 0,67 cm
$\tau_d \leq f_{v,d}$	4,59 < 21,72		



---

Tutti gli elementi sono stati quindi dimensionati e verificati.

Avezzano, marzo 2022

Studio Paris engineering