

**MARCO SGROI**

CN = SGROI MARCO  
 T = Perito Industriale  
 e-mail =  
 sgroi.marco@gmail.com  
 C = IT

**Marco Sgroi****Ingegnere**

Cell. +39 329.6656059  
 sgroi.marco@gmail.com  
 Via Fiamingo n. 12  
 95129 - Catania

**Gaetano Messina****Geometra**

Cell. +39 340.0679489  
 geomessinagaetano@gmail.com  
 Via Fiamingo n. 12  
 95129 - Catania

**Studio Tecnico di Ingegneria Civile**

# COMUNE DI CATANIA

VERIFICA DI UNA SCALA IN ACCIAIO, POSTA ALL'INTERNO DI UN'AREA DEMANIALE  
 UBICATA NEL COMUNE DI CATANIA IN VIA ARTALE ALAGONA N. 2, CENSITO AL N.C.T. AL  
 FOGLIO 8 PARTICELLA 2926

UBICAZIONE: Catania - Via Artale Alagona n. 2

FABBRICATO: Catasto Terreni al foglio 8 part. 2926

DITTA PROPRIETARIA: Circolo Canottiera Jonica - Presidente Protempore - Avv. Vittorio Balestrazzi

**ELABORATI:**

- VERIFICHE STRUTTURALI NTC 2018

**DATA:**

09.02.2022

**TAVOLA:**

1

**LA DITTA PROPRIETARIA**

Circolo Canottiera Jonica  
 Presidente Protempore Avv. Vittorio Balestrazzi

**IL PROGETTISTA**

F.to Ing. Marco Sgroi

Timbri

## Indice

<b>1.</b>	<b>VERIFICA SCALA IN ACCIAIO .....</b>	<b>2</b>
1.1	Descrizione dell'opera .....	2
1.2	Normativa di riferimento .....	2
1.3	Materiali adottati .....	4
1.4	Proprietà dei materiali .....	5
1.5	Resistenze di calcolo adottate.....	5
<b>2.</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>5</b>
2.1	Gradini .....	6
2.2	Cosciale rampa.....	6
2.3.	Parapetti .....	7
<b>3.</b>	<b>SCHEMI STATICI ADOTTATI E CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE .....</b>	<b>7</b>
3.1.	Gradini .....	7
3.2.	Cosciale rampa.....	8
3.3.	Parapetti .....	8
<b>4.</b>	<b>VERIFICA GRADINO AGLI SLU .....</b>	<b>9</b>
4.1	Verifica a flessione.....	9
4.2	Verifica a taglio .....	9
4.3	Verifica collegamenti saldati .....	9
<b>5</b>	<b>VERIFICA COSCIALE AGLI SLU .....</b>	<b>9</b>
5.1	Verifica a flessione.....	9
5.2	Verifica a taglio .....	9
5.3	Verifica collegamenti saldati .....	10
<b>6</b>	<b>VERIFICA PARAPETTI AGLI SLU .....</b>	<b>10</b>
6.1	Verifica a flessione.....	10
6.2	Verifica a taglio .....	11
6.3	Verifica collegamenti saldati .....	11
<b>7</b>	<b>VERIFICA PIASTRA DI BASE E TIRAFONDI SCALA.....</b>	<b>12</b>
7.1	Resistenza di calcolo a taglio del bullone .....	12
7.2	Resistenza di calcolo a rifollamento .....	12
7.3	Verifica a trazione degli elementi connessi .....	12
7.4	Resistenza di progetto a punzonamento .....	12
7.5	Verifica allo sfilamento.....	13
<b>8</b>	<b>VERIFICA DI DEFORMABILITA' .....</b>	<b>13</b>
8.1	Gradino - Verifica di deformabilità .....	13
8.2	Cosciale - Verifica di deformabilità .....	14
8.3	Parapetto - Verifica di deformabilità .....	14
<b>9</b>	<b>PIANO DI MANUTENZIONE .....</b>	<b>15</b>

## 1. VERIFICA SCALA IN ACCIAIO

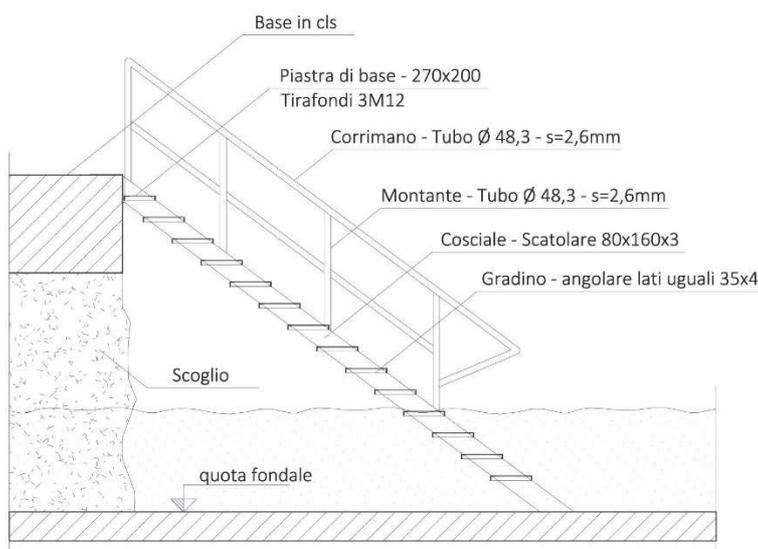
### 1.1 Descrizione dell'opera

L'intervento riguarda la verifica di una sala in acciaio realizzata all'interno del Circolo Canottieri Jonica di Catania, così come si evince dall'elaborato grafico allegato alla presente. La struttura è stata realizzata in acciaio, composta da cosciali in scatolare rettangolare 80x160x3 saldati ad una piastra, quest'ultima ancorata ad un estremo ad una base in calcestruzzo e dall'altro estremo sul fondale, a circa 1,00 m sotto il livello del mare.

I gradini risultano realizzati con angolari a lati uguali aventi le dimensioni di 35x4, quest'ultimi saldati agli estremi dei cosciali e rivestita con lamiera di spessore 3 mm.

Oltre la detta struttura sono presenti una rampa di scale a gravità poggiata su di un basamento in calcestruzzo; una rampa di scala anch'essa in calcestruzzo ed un basamento utilizzato come banchina posta a circa 0,30 m sul livello del mare.

Le suddette strutture realizzate in calcestruzzo, prive di armatura metallica, considerata la posizione a ridosso del mare, necessitano di una costante manutenzione al fine di proteggere la superficie dei materiali che la costituiscono da agenti atmosferici e dalla salsedine, quest'ultima causa di corrosione del calcestruzzo.



### 1.2 Normativa di riferimento

I calcoli della presente relazione fanno riferimento alla normativa vigente ed in particolare:

Le verifiche verranno condotte in ottemperanza alla normativa vigente, quali le NTC 2018, ed in particolare si eseguiranno le verifiche agli Stati limite relativamente alle membrature. Per i collegamenti saldati verrà eseguita la verifica sui cordoni di saldatura in posizione ribaltata.

#### Verifica a flessione

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \text{ per le sezioni di classe 1 e 2;}$$

### Verifica a taglio

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

per profili rettangolari cavi "profilati a caldo" di spessore uniforme si può assumere  $A_v = Ah/(b+h)$  quando il carico è parallelo all'altezza del profilo, [4.2.22]

### Verifica dei bulloni a taglio

$$F_{v,Rd} = 0,6 f_{tbk} A_{res} / \gamma_{M2}, \quad \text{bulloni classe 4.6, 5.6 e 8.8;} \quad [4.2.63]$$

### Verifica della piastra a rifollamento

$$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}, \quad [4.2.67]$$

dove:

$d$  è il diametro nominale del gambo del bullone,

$t$  è lo spessore della piastra collegata,

$f_{tk}$  è la resistenza caratteristica a rottura del materiale della piastra collegata,

$\alpha = \min \{e_1/(3 d_0) ; f_{tbk}/f_{tk} ; 1\}$  per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato,

$\alpha = \min \{p_1/(3 d_0) - 0,25 ; f_{tbk}/f_{tk} ; 1\}$  per bulloni interni nella direzione del carico applicato,

$k = \min \{2,8 e_2/d_0 - 1,7 ; 2,5\}$  per bulloni di bordo nella direzione perpendicolare al carico applicato,

$k = \min \{1,4 p_2/d_0 - 1,7 ; 2,5\}$  per bulloni interni nella direzione perpendicolare al carico applicato,

essendo  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $p_1$  e  $p_2$  indicati in Fig. 4.2.5 e  $d_0$  il diametro nominale del foro di alloggiamento del bullone.

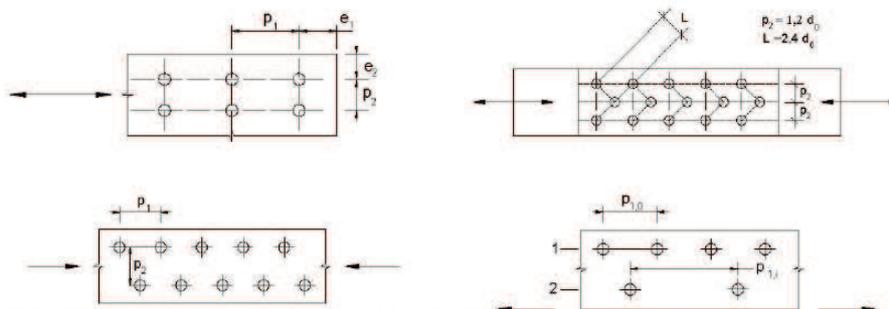


Fig. 4.2.5 - Disposizione dei fori per le realizzazioni di unioni bullonate o chiodate

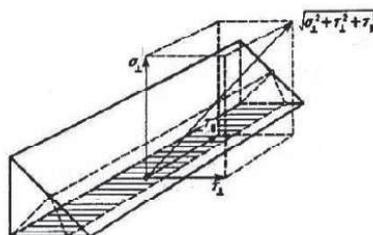
### Verifica a trazione degli elementi connessi

$$F_{t,Rd} = 0,9 f_{tbk} A_{res} / \gamma_{M2}, \quad \text{per i bulloni;} \quad [4.2.68]$$

### Verifica a punzonamento

$$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_{tk} / \gamma_{M2}, \quad [4.2.70]$$

### Verifica saldature



La verifica dei cordoni d'angolo si effettua controllando che siano soddisfatte simultaneamente le due condizioni

$$\sqrt{n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \leq \beta_1 \cdot f_{yk} \quad [4.2.84]$$

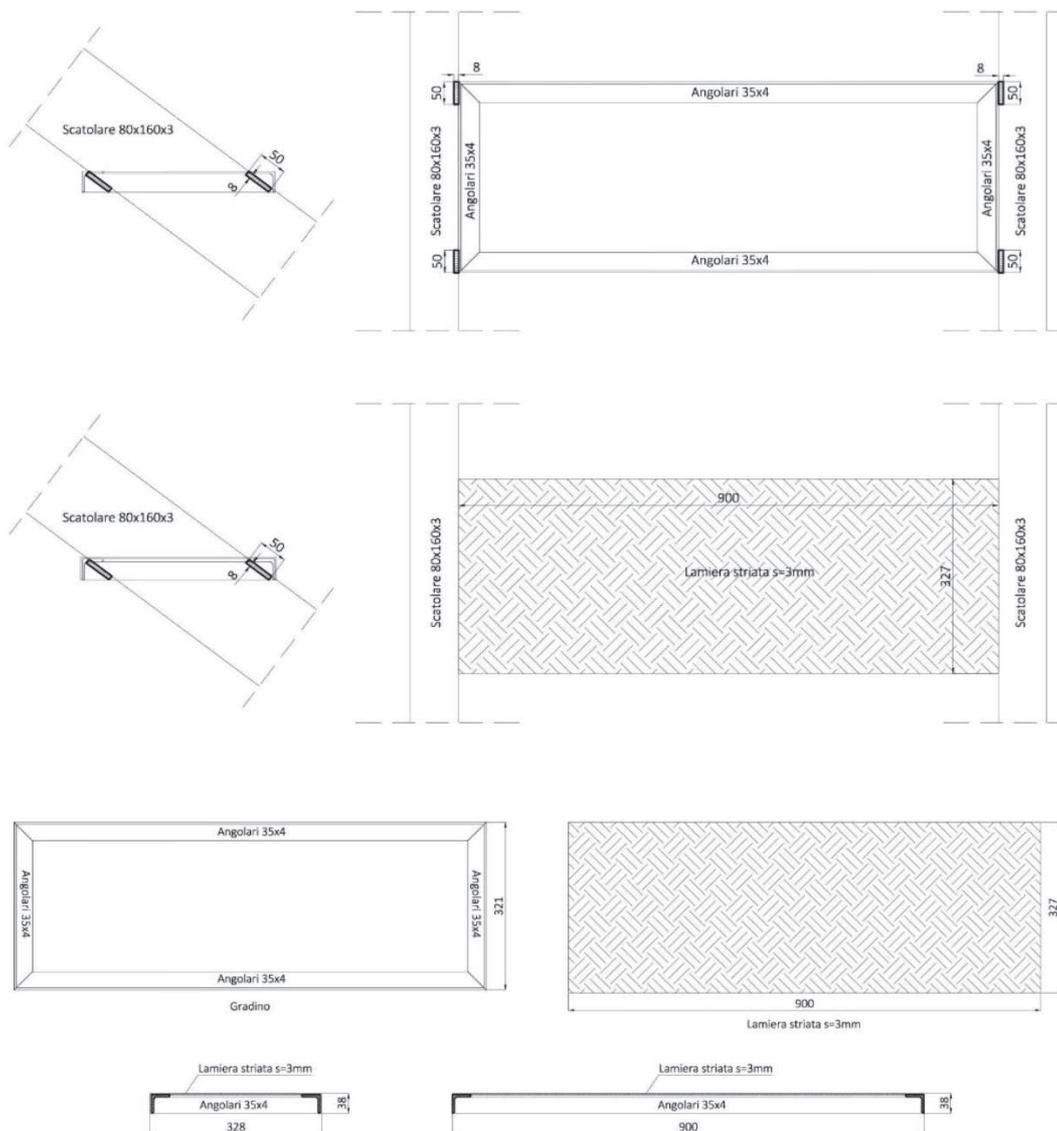
$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk} \quad [4.2.85]$$

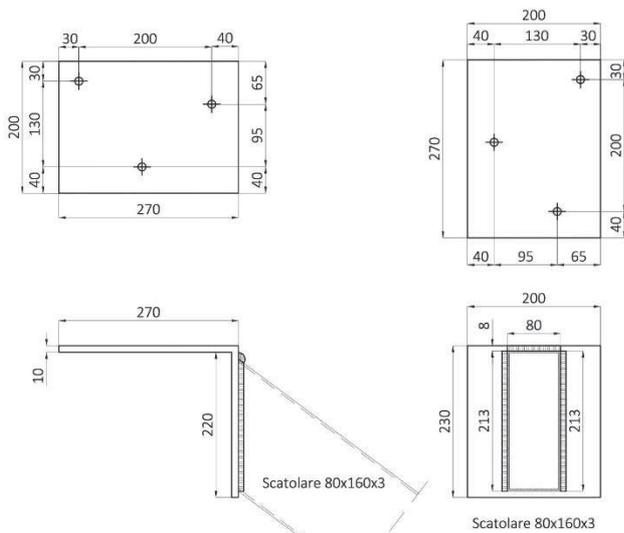
Tab. 4.2.XIX - Valori dei coefficienti  $\beta_1$  e  $\beta_2$

	S235	S275 - S355	S420 - S460
$\beta_1$	0,85	0,70	0,62
$\beta_2$	1,0	0,85	0,75

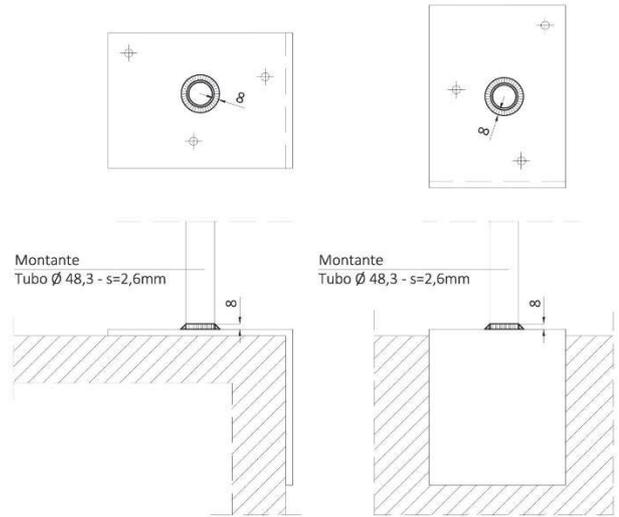
### 1.3 Materiali adottati

- Gradino - Angolari a lati uguali 35x4
- Cosciale - Scatolare rettangolare 80x160x3
- Parapetti - Tubolare a sezione circolare  $\phi$  48,3 x 2,60
- Bulloni – M12 classe 8.8





PARTICOLARE PIASTRA



PARTICOLARE INCASTRO MONTANTE

## 1.4 Proprietà dei materiali

Profili cavi per la costruzione formati a caldo EN10210

Modulo Elastico	Modulo di elasticità tangenziale	Coefficiente di Poisson	Coefficiente di dilatazione termica lineare	Densità
$E - (N/mm^2)$	$G - (N/mm^2)$	$\nu$	$^{\circ}C^{-1}$	$P - (Kg/m^3)$
210000	$E/2(1+\nu)$	0.3	$12 \times 10^{-6}$	7850

## 1.5 Resistenze di calcolo adottate

### Acciaio S 235

- Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} = 360 \text{ N/mm}^2$

### Bulloni classe 8.8

- Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} = 800 \text{ N/mm}^2$

## 2. ANALISI DEI CARICHI

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00

$$F_{SLU} = \sum_{j=1}^m \gamma_{jG} G_{jk} + \gamma_P P_k + \gamma_{1Q} Q_{1Q} + \sum_{i=2}^n (\gamma_{iQ} \Psi_{0i} Q_{ik})$$

$$F_{SLE} = \sum_{j=1}^m G_{jk} + P_k + \sum_{i=2}^n (\Psi_{2i} Q_{ik})$$

**Tab. 2.6.I** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

**Tab. 2.5.I** – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6

## 2.1 Gradini

<b>G<sub>1k</sub> – Carichi permanenti strutturali</b>					
Profilo	Peso	Lunghezza	Larghezza rampa	0.021*1.2/0.9	G <sub>1k</sub>
Angolare 35x4	0.021 KN/m	1.20 m	0.90 m		

<b>G<sub>1k</sub> – Carichi permanenti strutturali</b>					
Profilo	Peso	Sezione	78.50 * 11.91*10 <sup>-4</sup>		G <sub>1k</sub>
Lamiera	78.50 KN/m <sup>3</sup>	1191 mm <sup>2</sup>			0.093 KN/m

<b>Q<sub>1k</sub> – Sovraccarichi accidentali</b>					Q <sub>1k</sub>
Categoria A	Scale	4 KN/m <sup>2</sup>	4 * 0.3 / 2		0.60 KN/m

Combinazione fondamentale allo SLU

$$F_{SLU} = 1,3 * (0,028 + 0,093) + 1,5 * 0,60 = 1,06 \text{ KN/m}$$

Combinazione fondamentale allo SLE

$$F_{SLE} = 0,028 + 0,093 + 0,30 * 0,60 = 0,30 \text{ KN/m}$$

## 2.2 Cosciale rampa

<b>G<sub>1k</sub> – Carichi permanenti strutturali</b>					
Profilo					G <sub>1k</sub>
Scalare 80x160x3					0.11 KN/m

<b>Q<sub>1k</sub> – Sovraccarichi accidentali</b>					Q <sub>1k</sub>
Categoria A	Scale	4 KN/m <sup>2</sup>	4 * 0.9 / 2		1.80 KN/m

Combinazione fondamentale allo SLU

$$F_{SLU} = 1,3 * 0,11 + 1,5 * 1,80 = 2,84 \text{ KN/m}$$

Combinazione fondamentale allo SLE

$$F_{SLE} = 0,11 + 0,60 * 1,80 = 1,19 \text{ KN/m}$$

### 2.3. Parapetti

Q <sub>1k</sub> – Sovraccarichi accidentali				Q <sub>1k</sub>
Categoria A	Scale	2 KN/m	2 * 0,75	1,50 KN

Combinazione fondamentale allo SLU

$$F_{SLU} = 1,5 * 1,50 = 2,25 \text{ KN}$$

Combinazione fondamentale allo SLE

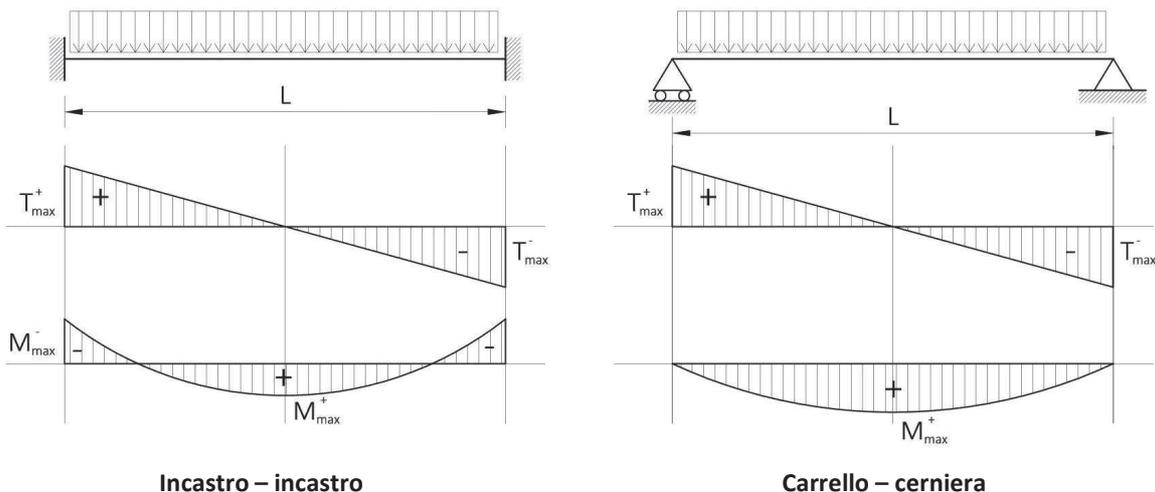
$$F_{SLE} = 0,6 * 1,50 = 0,90 \text{ KN}$$

RIEPILOGO CARICHI DA APPLICARE		
Elemento	SLU	SLE
Gradino	1,06 KN/m	0,35 KN/m
Cosciale	2,84 KN/m	1,19 KN/m
Parapetto	2,25 KN	0,90 KN

## 3. SCHEMI STATICI ADOTTATI E CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

### 3.1. Gradini

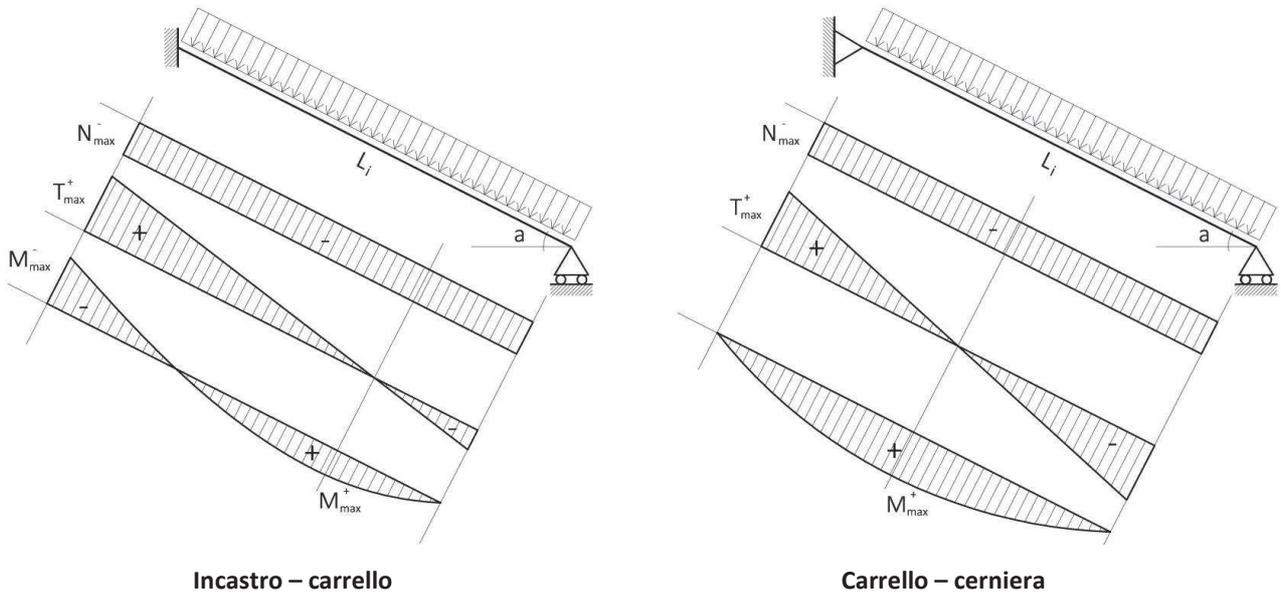
Gli schemi statici adottati per determinare le caratteristiche di sollecitazione sono l'incastro ai due estremi e il semplice appoggio. Al fine di verificare gli elementi strutturali si considerano i valori maggiori delle caratteristiche di sollecitazioni.



Schema statico	Combinazioni	T <sub>max</sub>	M <sub>max</sub>
Incastro - Incastro	SLU	0.48 KN	0.07 KNm
Carrello - cerniera		<b>0.48 KN</b>	<b>0.11 KNm</b>
Incastro - Incastro	SLE	<b>0.16 KN</b>	<b>0.02 KNm</b>
Carrello - cerniera		<b>0.16 KN</b>	<b>0.04 KNm</b>

### 3.2. Cosciale rampa

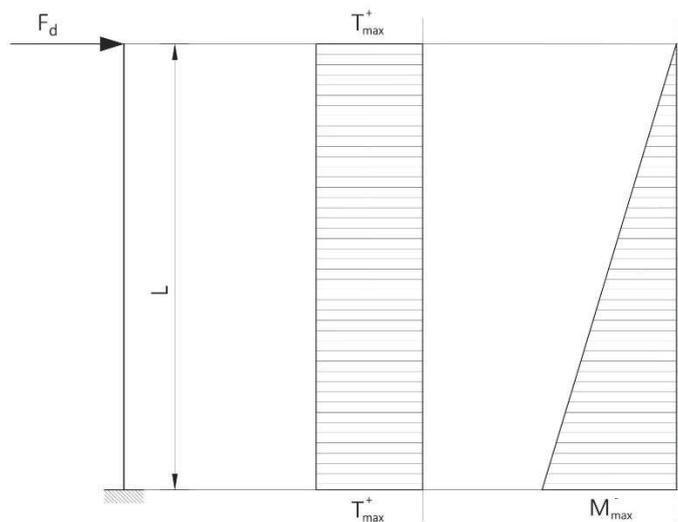
Gli schemi statici adottati ai fini del calcolo delle caratteristiche di sollecitazione sono incastro-carrello e il semplice appoggio.



Schema statico	Combinazioni	$N_{max}$	$T_{max}$	$M_{max}$
Incastro - Incastro	SLU	-3,76 KN	8,33 KN	7,82 KNm
Carrello - cerniera		-5,01 KN	6,66 KN	7,82 KNm
Incastro - Incastro	SLE	-1,57 KN	3,49 KN	3,27 KNm
Carrello - cerniera		-2,10 KN	2,79 KN	3,27 KNm

### 3.3. Parapetti

Lo schema statico adottato ai fini del calcolo delle caratteristiche di sollecitazione è l'incastro o mensola, in quanto libero da un estremo.



Incastro – Mensola

Schema statico	Combinazioni	$T_{max}$	$M_{max}$
Incastro - Mensola	SLU	2,25 KN	1,91 KNm
Incastro - Mensola	SLE	0,90 KN	0,76 KNm

## 4. VERIFICA GRADINO AGLI SLU

### 4.1 Verifica a flessione

$$M_{Ed} < M_{c,Rd}$$

$$M_{c,Rd} = W_{pl} * f_{yk} / \gamma_{M2} = 6.542 * 235 / 1,05 = 1.464.162 \text{ Nmm} = 1,46 \text{ KNm}$$

$$M_{Ed} = M_{max} = 0,11 \text{ KNm}$$

$$\mathbf{0,11 \text{ KNm} < 1,46 \text{ KNm} - \text{VERIFICA}}$$

### 4.2 Verifica a taglio

$$V_{Ed} < V_{c,Rd}$$

$$V_{c,Rd} = A_v * f_{yk} / \sqrt{3} \gamma_{M2} = 163 * 235 / \sqrt{3} * 1,05 = 21.062 \text{ N} = 21,06 \text{ KN}$$

$$V_{Ed} = T_{max} = 0,48 \text{ KN}$$

$$\mathbf{0,48 \text{ KN} < 21,06 \text{ KN} - \text{VERIFICA}}$$

### 4.3 Verifica collegamenti saldati

Verifica cordoni di saldatura laterali

$$n = M_{max} / W = 110.000 / 50 * 8^3 / 6 = 25,78 \text{ N/mm}^2$$

$$t | | = T_{max} / A = 4800 / 8 * 50 = 1,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{(25,78^2 + 1,2^2)} < 0,85 * 235$$

$$25,78 + 1,2 < 1 * 235$$

$$\mathbf{25,78 \text{ N/mm}^2 < 199,75 \text{ N/mm}^2 - \text{VERIFICA}}$$

$$\mathbf{26,98 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2 - \text{VERIFICA}}$$

## 5. VERIFICA COSCIALE AGLI SLU

### 5.1 Verifica a flessione

$$M_{Ed} < M_{c,Rd}$$

$$M_{c,Rd} = W_{pl} * f_{yk} / \gamma_{M2} = 115.200 * 235 / 1,05 = 25.782.857 \text{ Nmm} = 25,78 \text{ KNm}$$

$$M_{Ed} = M_{max} = 7,82 \text{ KNm}$$

$$\mathbf{7,82 \text{ KNm} < 25,78 \text{ KNm} - \text{VERIFICA}}$$

### 5.2 Verifica a taglio

$$V_{Ed} < V_{c,Rd}$$

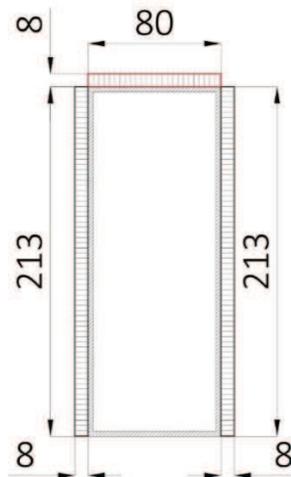
$$V_{c,Rd} = A_v * f_{yk} / \sqrt{3} \gamma_{M2} = (1.404 * 160 / (160 + 80)) * 235 / \sqrt{3} * 1,05 = 120.947 \text{ N} = 120,95 \text{ KN}$$

$$V_{Ed} = T_{max} = 8,33 \text{ KN}$$

$$\mathbf{8,33 \text{ KN} < 120,95 \text{ KN} - \text{VERIFICA}}$$

### 5.3 Verifica collegamenti saldati

Verifica cordoni di saldatura di testa



$$n = M_{\max}/W \quad W=J/y$$

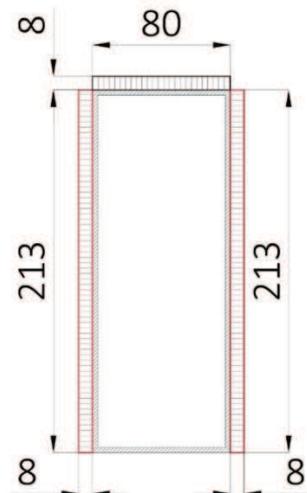
$$J = 80 \cdot 8^3/12 + 80 \cdot 8 \cdot 213^2 = 29.863.253 \text{ mm}^4$$

$$W = 29.863.253/213 = 138.256 \text{ mm}^3$$

$$n = M_{\max}/W = 7,82 \cdot 10^6 / 138.256 = 56,56 \text{ N/mm}^2$$

$$56,56 \text{ N/mm}^2 < 199,75 \text{ N/mm}^2 - \text{VERIFICA}$$

Verifica cordoni di saldatura laterali



$$t \mid \mid = T_{\max}/A = 8.330/2 \cdot 8 \cdot 213 = 2,44 \text{ N/mm}^2$$

$$2,44 \text{ N/mm}^2 < 199,75 \text{ N/mm}^2 - \text{VERIFICA}$$

## 6 VERIFICA PARAPETTI AGLI SLU

### 6.1 Verifica a flessione

$$M_{Ed} < M_{C,Rd}$$

$$M_{C,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk}/\gamma_{M2} = 44.121 \cdot 235/1,05 = 10.886.857 \text{ Nmm} = 10,89 \text{ KNm}$$

$$M_{Ed} = M_{\max} = 1,91 \text{ KNm}$$

**1,91 KNm < 10,89 KNm – VERIFICA**

## 6.2 Verifica a taglio

$$V_{Ed} < V_{c,Rd}$$

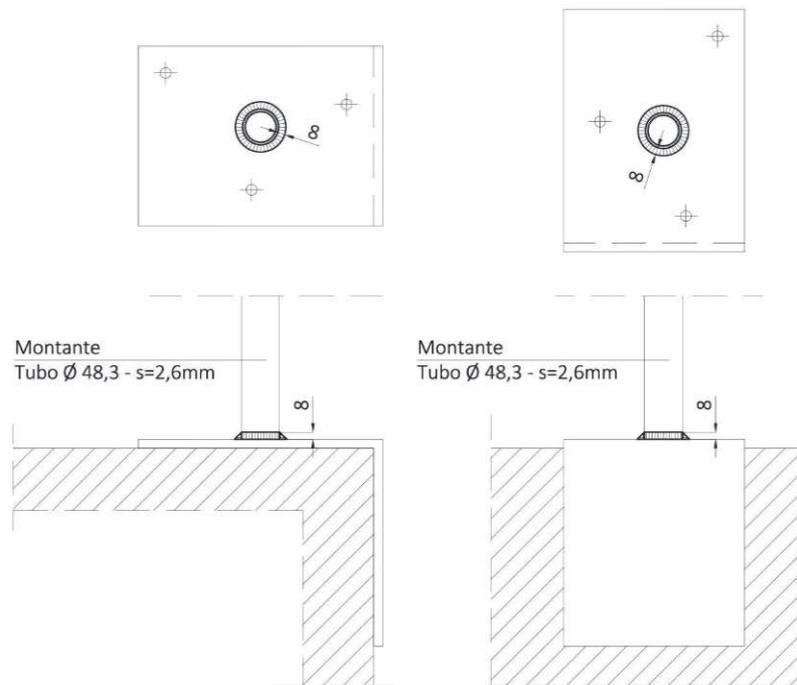
$$V_{c,Rd} = A_v * f_{yk} / \sqrt{3} \gamma_{M2} = 235,46 * 235 / \sqrt{3} * 1,05 = 30.608 \text{ N} = 30,68 \text{ KN}$$

$$V_{Ed} = T_{max} = 2,25 \text{ KN}$$

**2,25 KN < 30,68 KN – VERIFICA**

## 6.3 Verifica collegamenti saldati

verifica cordoni di saldatura alla base



**PARTICOLARE INCASTRO MONTANTE**

$$n = M_{max} / W = 1.910.000 / 353.987 = 5,40 \text{ N/mm}^2$$

$$t | | = T_{max} / A = 2.250 / (8 * \pi * 48,3) = 1,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{(5,40^2 + 1,85^2)} < 0,85 * 235$$

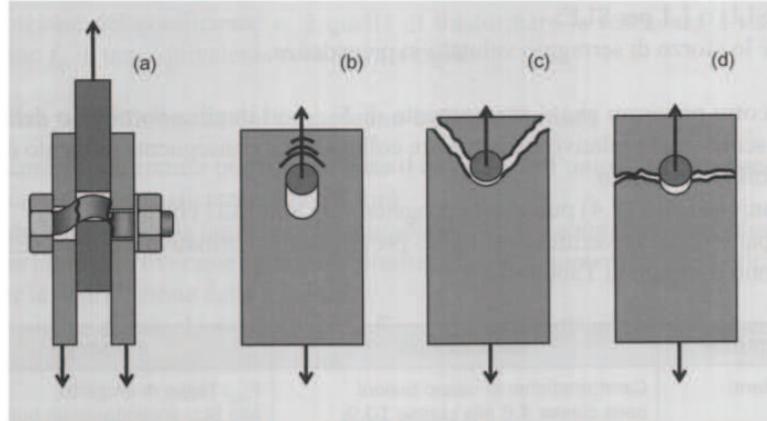
$$5,40 + 1,85 < 1 * 235$$

**5,71 N/mm<sup>2</sup> < 199.75 N/mm<sup>2</sup> – VERIFICA**

**7,25 N/mm<sup>2</sup> < 235 N/mm<sup>2</sup> – VERIFICA**

## 7 VERIFICA PIASTRA DI BASE E TIRAFONDI SCALA

Per la verifica allo stato limite di resistenza si considera la quarta fase della risposta e il collegamento è detto **unione a taglio**. I possibili meccanismi di rottura delle unioni a taglio sono: a) rottura a taglio del bullone; c) rottura a taglio della lamiera; b) rottura per rifollamento della lamiera; d) rottura a trazione della lamiera.



### 7.1 Resistenza di calcolo a taglio del bullone

$$F_{v,Rd} = 0,6 * f_{tbk} * A_{RES} / \gamma_{M2} = 0,6 * 800 * 84,3 / 1,25 = 32.371 \text{ N} = 32,37 \text{ KN}$$

$$T_{max} < F_{v,Rd} - 8,33 \text{ KN} < 32,37 \text{ KN} - \text{VERIFICA}$$

### 7.2 Resistenza di calcolo a rifollamento

$$F_{b,Rd} = k * \alpha * f_{tk} * d * t / \gamma_{M2} = 2,5 * 1 * 360 * 13 * 10 / 1,25 = 93.600 \text{ N} = 93,60 \text{ KN}$$

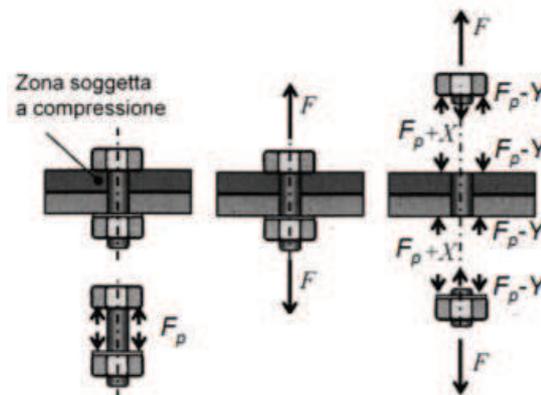
$$N_{max} < F_{b,Rd} - 5,01 \text{ KN} < 93,60 \text{ KN} - \text{VERIFICA}$$

### 7.3 Verifica a trazione degli elementi connessi

$$F_{t,Rd} = 0,9 * f_{tbk} * A_{RES} / \gamma_{M2} = 20,9 * 800 * 84,3 / 1,25 = 48.557 \text{ N} = 48,56 \text{ KN}$$

$$N_{max} < F_{t,Rd} - 8,33 \text{ KN} < 48,56 \text{ KN} - \text{VERIFICA}$$

### 7.4 Resistenza di progetto a punzonamento



$$B_{p,Rd} = 0,6 * \pi * d_m * t_p * f_{tk} / \gamma_{M2} = 0,6 * 3,14 * 13 * 10 * 360 / 1,25 = 70.537 \text{ N} = 70,54 \text{ KN}$$

$$N_{max} < B_{p,Rd} - 8,33 \text{ KN} < 70,54 \text{ KN} - \text{VERIFICA}$$

## 7.5 Verifica allo sfilamento dei tirafondi

$$F_{Ed} = T_{max} = 8,33 \text{ KN} = 8.330 \text{ N}$$

$$F_{Ed} / n. \text{ tirafondi} = T_{max} / n. \text{ tirafondi} = 8,33 / 3 = 2.777 \text{ N}$$

$$F_{Rd} = f_{bd} * \pi * \phi * L_b = 1,42 * \pi * 12 * 150 = 8.025,84 \text{ N}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{cc} * f_{ctk 0,05} / \gamma_c = 0,85 * 1,59 / 1,50 = 0,901 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 2,25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctd} = 2,25 * 0,70 * 1,00 * 0,901 = 1,42 \text{ N/mm}^2$$

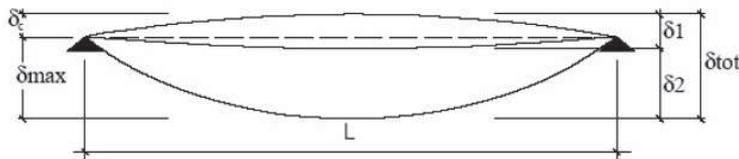
$$T_{max} / 3 < F_{Rd} - 2,77 \text{ KN} < 8,03 \text{ KN} - \text{VERIFICA}$$

## 8 VERIFICA DI DEFORMABILITA'

Bisogna altresì verificare la struttura eseguendo una verifica di deformabilità allo SLE, par. 4.2.4.2.1 NTC18. Tale verifica può influenzare significativamente la scelta del profilato. La norma impone di calcolare due abbassamenti:

- $\delta_1$ , spostamento elastico per carichi permanenti;
- $\delta_2$ , spostamento elastico per carichi variabili;
- $\delta_c$ , monta iniziale della trave;
- $\delta_{max}$ , spostamento nello stato finale, depurato della monta iniziale.

Lo spostamento massimo è pari allo spostamento totale depurato della monta iniziale:



$$\delta_{tot} = \delta_1 + \delta_2$$

$$\delta_{max} = \delta_{tot} - \delta_c$$

con  $\delta_c = 0$ , monta iniziale della trave.

### 8.1 Gradino - Verifica di deformabilità

RIEPILOGO CARICHI DA APPLICARE		
Elemento	SLU	SLE
Gradino	1,06 KN/m	0,35 KN/m

VERIFICA DEFORMABILITA'			
Elemento		Carrello – cerniera	Incastro - incastro
Gradino	SLE	$\delta_2 = \frac{5 * q_{SLE} * L^4}{384 * E * J} = \frac{5 * 0,35 * 900^4}{384 * 210.000 * 2,95 * 10^4} = 0,483 \text{ mm}$	$\delta_2 = \frac{q_{SLE} * L^4}{384 * E * J} = \frac{0,35 * 900^4}{384 * 210.000 * 2,95 * 10^4} = 0,096 \text{ mm}$
	SLU	$\delta_1 = \frac{5 * q_{SLU} * L^4}{384 * E * J} = \frac{5 * 1,06 * 900^4}{384 * 210.000 * 2,95 * 10^4} = 1,462 \text{ mm}$	$\delta_1 = \frac{q_{SLU} * L^4}{384 * E * J} = \frac{1,06 * 900^4}{384 * 210.000 * 2,95 * 10^4} = 0,292 \text{ mm}$

$\delta_{lim-SLE} = L/300 = 900/300 = 3,00 \text{ mm}$	$\delta_2 = 0,483 \text{ mm}$
--	-------------------------------

$\delta_{lim-SLU} = L/250 = 900/250 = 3,60 \text{ mm}$	$\delta_1 = 1,462 \text{ mm}$
--	-------------------------------

$\delta_2 < \delta_{lim} - 0,48 \text{ mm} < 3,00 \text{ mm} - \text{VERIFICA}$   
 $\delta_1 < \delta_{lim} - 1,46 \text{ mm} < 3,60 \text{ mm} - \text{VERIFICA}$

## 8.2 Cosciale - Verifica di deformabilità

RIEPILOGO CARICHI DA APPLICARE		
Elemento	SLU	SLE
Cosciale	2,84 KN/m	1,19 KN/m

VERIFICA DEFORMABILITA'					
Elemento		Carrello – cerniera		Incastro - carrello	
Cosciale	SLE	$\delta_2 = \frac{5 \cdot q_{SLE} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot J} = \frac{5 \cdot 1,19 \cdot 4690^4}{384 \cdot 210.000 \cdot 612 \cdot 10^4} = 5,833 \text{ mm}$		$\delta_2 = \frac{q_{SLE} \cdot L^4}{185 \cdot E \cdot J} = \frac{1,19 \cdot 4690^4}{185 \cdot 210.000 \cdot 612 \cdot 10^4} = 2,422 \text{ mm}$	
	SLU	$\delta_1 = \frac{5 \cdot q_{SLE} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot J} = \frac{5 \cdot 2,84 \cdot 4690^4}{384 \cdot 210.000 \cdot 612 \cdot 10^4} = 13,921 \text{ mm}$		$\delta_1 = \frac{q_{SLE} \cdot L^4}{185 \cdot E \cdot J} = \frac{2,84 \cdot 4690^4}{185 \cdot 210.000 \cdot 612 \cdot 10^4} = 5,779 \text{ mm}$	

$\delta_{lim-SLE} = L/300 = 4690/300 = 15,63 \text{ mm}$	$\delta_2 = 5,833 \text{ mm}$
$\delta_{lim-SLU} = L/250 = 4690/250 = 18,76 \text{ mm}$	$\delta_1 = 13,921 \text{ mm}$

$\delta_2 < \delta_{lim-SLE} - 5,833 \text{ mm} < 15,63 \text{ mm} - \text{VERIFICA}$   
 $\delta_1 < \delta_{lim-SLU} - 13,921 \text{ mm} < 18,76 \text{ mm} - \text{VERIFICA}$

## 8.3 Parapetto - Verifica di deformabilità

RIEPILOGO CARICHI DA APPLICARE		
Elemento	SLU	SLE
Parapetto	2,25 KN	0,90 KN

VERIFICA DEFORMABILITA'		
Elemento		Mensola
Parapetto	SLE	$\delta_2 = \frac{F_{SLE} \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot J} = \frac{0,90 \cdot 1000^3}{3 \cdot 210.000 \cdot 9,78 \cdot 10^4} = 0,015 \text{ mm}$
	SLU	$\delta_1 = \frac{F_{SLE} \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot J} = \frac{2,25 \cdot 1000^3}{3 \cdot 210.000 \cdot 9,78 \cdot 10^4} = 0,037 \text{ mm}$

$\delta_{lim-SLE} = L/300 = 1000/300 = 3,33 \text{ mm}$	$\delta_2 = 0,015 \text{ mm}$
$\delta_{lim-SLU} = L/250 = 1000/250 = 4,00 \text{ mm}$	$\delta_1 = 0,037 \text{ mm}$

$\delta_2 < \delta_{lim-SLE} - 0,015 \text{ mm} < 3,33 \text{ mm} - \text{VERIFICA}$   
 $\delta_1 < \delta_{lim-SLU} - 0,037 \text{ mm} < 4,00 \text{ mm} - \text{VERIFICA}$

**Strutture in elevazione in acciaio**

Si definiscono strutture in elevazione gli insiemi degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi la funzione di resistere alle azioni di varia natura agenti sulla parte di costruzione fuori terra, trasmettendole alle strutture di fondazione e quindi al terreno. In particolare, le strutture verticali sono costituite da aste rettilinee snelle collegate fra loro in punti detti nodi secondo una disposizione geometrica realizzata in modo da formare un sistema rigidamente indeformabile.

Le strutture in acciaio si possono distinguere in:

- strutture in carpenteria metallica;
- sistemi industrializzati.

Le prime, sono caratterizzate dall'impiego di profilati e laminati da produzione siderurgica e successivamente collegati mediante unioni (bullonature, saldature, ecc.); le seconde sono caratterizzate da un numero ridotto di componenti base assemblati successivamente a seconde dei criteri di compatibilità.

Le travi sono elementi strutturali, che si pongono in opera in posizione orizzontale o inclinata per sostenere il peso delle strutture sovrastanti, con una dimensione predominante che trasferiscono, le sollecitazioni di tipo trasversale al proprio asse geometrico, lungo tale asse, dalle sezioni investite dal carico fino ai vincoli, garantendo l'equilibrio esterno delle travi in modo da assicurare il contesto circostante. Le travi in acciaio sono realizzate mediante profilati (IPE, HE, C, L, ecc.) . Il loro impiego diffuso è dovuto dalla loro maggiore efficienza a carichi flessionali, infatti la concentrazione del materiale sulle ali, le parti più distanti dal punto baricentrico della sezione, ne aumentano la loro rigidezza flessionale. Vengono generalmente utilizzate nella realizzazione di telai in acciaio, per edifici, ponti, ecc.

**Modalità di uso corretto**

Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista. Riscontro di eventuali anomalie.