

# COMUNE DI RAGUSA

PROVINCIA DI RAGUSA

OGGETTO:

**INTERVENTI DI RECUPERO ALLOGGI DI PROPRIETA' COMUNALE PER INCREMENTARE LA DISPONIBILITA' DI ALLOGGI SOCIALI.**

**3° LOTTO (ALLOGGI UBICATI A RAGUSA IBLA). IMPORTO € 531.861,00  
Georeferenziazione: 36.925620, 14.735773**

**PROGETTO DEFINITIVO**

UBICAZIONE :

Ragusa Ibla - Via Velardo, 30

PROGETTISTA

**Dott. Ing. Fabrizio Leggio**

TAV 76

*ELABORATO*

*RELAZIONE GENERALE, CALCOLO E SUI MATERIALI*



COMUNE DI RAGUSA

SETTORE IV

DIRIGENTE

**Dott. Ing. Ignazio Alberghina**

COMUNE DI RAGUSA

SETTORE IV

RUP

**Dott. Ing. Vincenzo Bonomo**

COMUNE DI RAGUSA

SETTORE IV

Progetto definitivo, dell'importo di € 531.861,00  
verificato ai sensi e per gli effetti dell'art. 26 comma 6d  
D.Lgs 50/ 2016

IL VERIFICATORE

**Dott. Ing. Vincenzo Bonomo**

COMUNE DI RAGUSA

SETTORE IV

Si approva in linea tecnica ai sensi dell'art. 5 comma3  
della L.R. 12/2011 il progetto definitivo per l'importo  
complessivo di € 531.861,00

IL RUP

**Dott. Ing. Vincenzo Bonomo**

**COMUNE di RAGUSA (RG)**

**INTERVENTI DI RECUPERO ALLOGGI DI PROPRIETA' COMUNALE**  
**PER INCREMENTARE LA DISPONIBILITA' DI ALLOGGI SOCIALI –**  
**III° LOTTO (ALLOGGI UBICATI A RAGUSA IBLA) –**

RAGUSA (RG) – Via Velardo, 30

Relazione tecnica e di calcolo

# Sommario

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUZIONE.....</b>                                                       | <b>4</b>  |
| <b>2. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....</b>                                             | <b>5</b>  |
| <b>3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>                                          | <b>5</b>  |
| <b>4. MATERIALI .....</b>                                                         | <b>5</b>  |
| <b>5. COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>                                             | <b>6</b>  |
| 5.1 <i>Coefficienti parziali di sicurezza e coefficienti di combinazione.....</i> | <i>6</i>  |
| 5.2 <i>Combinazioni dei carichi in fase di analisi.....</i>                       | <i>7</i>  |
| <b>6. CERCHIATURA VANO PORTA .....</b>                                            | <b>8</b>  |
| 6.1 <i>Progetto Telaio .....</i>                                                  | <i>9</i>  |
| 6.2 <i>Verifica strutturale Telaio .....</i>                                      | <i>22</i> |

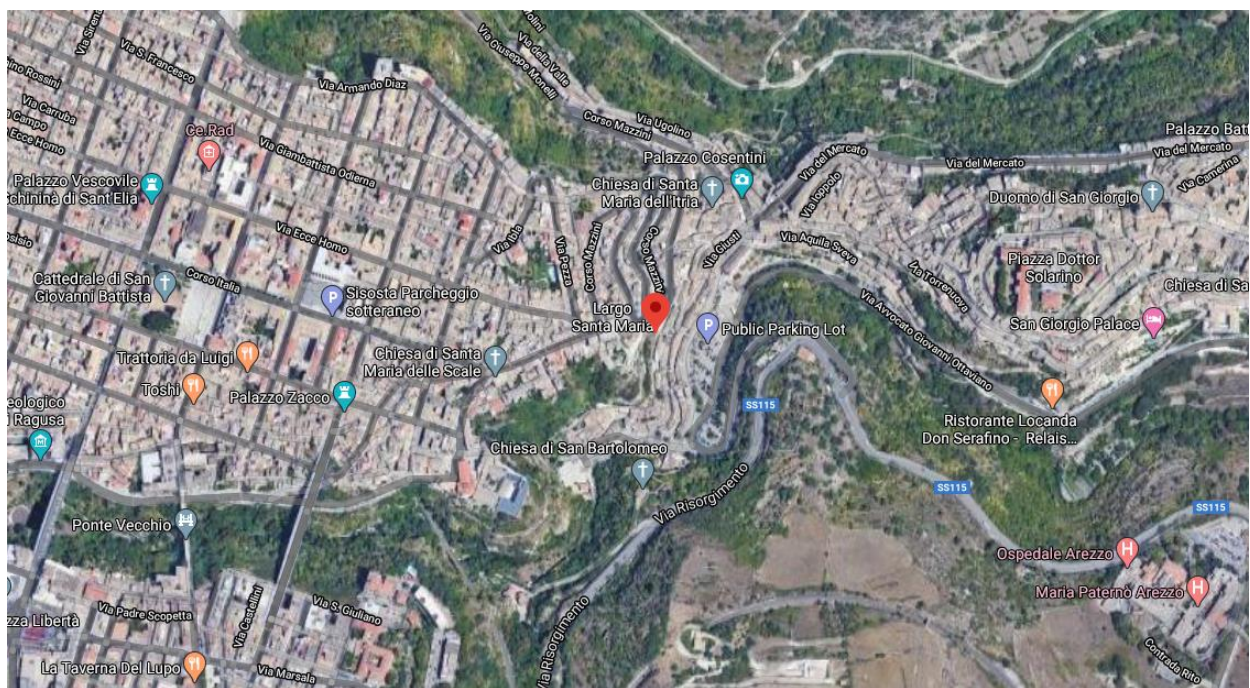
|                                                                                                                                |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Figura 1 - Individuazione dell'opera. ....                                                                                     | 4 |
| Figura 2 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU (Tab.2.6.I delle NTC2018)..... | 6 |
| Figura 3 - Valori dei coefficienti di combinazione (Tab.2.5.I delle NTC2018).....                                              | 7 |
| Figura 4: Individuazione pareti oggetto di intervento.....                                                                     | 8 |

# 1. INTRODUZIONE

Oggetto della seguente relazione sono i calcoli strutturali gli interventi di recupero di alloggi di proprietà comunale. L'immobile in esame è sito in Ragusa Ibla, Via Velardo n.30.

I calcoli riguardano il dimensionamento della cerchiatura per l'apertura di un vano porta.

Le opere in oggetto si inquadrano come INTERVENTI LOCALI su edificio esistente così come definito al punto 8.4.1 del DM 17/01/2018 poiché non ricorrono le condizioni previste dai punti 8.4.3 (adeguamento).



**Figura 1 - Individuazione dell'opera.**

## 2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La parete oggetto di intervento è posta al piano terra dell'immobile. È stato calcolato il telaio in acciaio da inserire:

- Telaio in acciaio: profili accoppiati tipo HEA 260.

## 3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si adotta la normativa seguente:

- **D.M. 17/01/2018:** Nuove Norme Tecniche (NTC) per le Costruzioni;
- **Circolare Esplicativa del 21/01/2019 n°7 / C.S.LL.PP.;**
- **D.M. 14/01/2008:** Nuove Norme Tecniche (NTC) per le Costruzioni;
- **Circolare Esplicativa del 2/02/2009 n°617 / C.S.LL.PP.;**

## 4. MATERIALI

Adottando la denominazione riportata in NTC 2018, si ha:

- Acciaio per carpenteria metallica: S 235 ( $f_{yk} \geq 235 \text{ N/mm}^2$ )  
( $f_{uk} \geq 360 \text{ N/mm}^2$ );
- Bulloneria: Alta Resistenza Classe 6.8

## 5. SOFTWARE DI CALCOLO

Per il calcolo e le verifiche della muratura e delle cerchiature sono stati adoperati degli opportuni fogli di calcolo mediante Excel.

## 6. COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (cap.2.5.3 delle NTC2018).

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

### 6.1 Coefficienti parziali di sicurezza e coefficienti di combinazione

I coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$  sono dati nelle tabelle 2.6.I e 5.1.V delle NTC2018.

**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  | $\gamma_{Qi}$ | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|                                                | Sfavorevoli |               | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

**Figura 2 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU (Tab.2.6.I delle NTC2018)**

I valori dei coefficienti di combinazione  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  e  $\psi_2$  sono riportati nelle tabelle 2.5.I delle NTC2018.

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<br>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         |

SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

|                                                                                                         |                            |     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----|-----|
| Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN) | 0,7                        | 0,5 | 0,3 |
| Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione                                               | 0,0                        | 0,0 | 0,0 |
| Categoria I – Coperture praticabili                                                                     | da valutarsi caso per caso |     |     |
| Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)                                      |                            |     |     |
| Vento                                                                                                   | 0,6                        | 0,2 | 0,0 |
| Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)                                                                     | 0,5                        | 0,2 | 0,0 |
| Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)                                                                        | 0,7                        | 0,5 | 0,2 |
| Variazioni termiche                                                                                     | 0,6                        | 0,5 | 0,0 |

Figura 3 - Valori dei coefficienti di combinazione (Tab.2.5.I delle NTC2018)

## 6.2 Combinazioni dei carichi in fase di analisi

| Nome<br>Combinazione | Peso<br>Proprio | Permanente<br>Portato | Vento<br>X | Vento<br>Y | Vento<br>Z | Neve | Accidentali<br>Cat. H1 | Sisma X | Sisma Y | Sisma Z |
|----------------------|-----------------|-----------------------|------------|------------|------------|------|------------------------|---------|---------|---------|
| SLU 1                | 1.3             | 1.5                   | 1.5        | 1.5        | 1.5        | 0.75 |                        |         |         |         |
| SLU 2                | 1.3             | 1.5                   | 0.9        | 0.9        | 0.9        | 1.5  |                        |         |         |         |
| SLU 3                | 1.3             | 1.5                   | 0.9        | 0.9        | 0.9        | 0.75 | 1.5                    |         |         |         |
| SLU 4                | 1.3             | 1.5                   | -1.5       | -1.5       | -1.5       | 0.75 |                        |         |         |         |
| SLU 5                | 1.3             | 1.5                   | -0.9       | -0.9       | -0.9       | 1.5  |                        |         |         |         |
| SLU 6                | 1.3             | 1.5                   | -0.9       | -0.9       | -0.9       | 0.75 | 1.5                    |         |         |         |
| SLU 7                | 1.3             | 1.5                   | -1.5       | -1.5       | 1.5        | 0.75 |                        |         |         |         |
| SLU 8                | 1.3             | 1.5                   | -0.9       | -0.9       | 0.9        | 1.5  |                        |         |         |         |
| SLU 9                | 1.3             | 1.5                   | -0.9       | -0.9       | 0.9        | 0.75 | 1.5                    |         |         |         |
| SLV 1                | 1               | 1                     |            |            |            |      |                        | 1       | 0.3     | 0.3     |
| SLV 2                | 1               | 1                     |            |            |            |      |                        | 0.3     | 1       | 0.3     |
| SLV 3                | 1               | 1                     |            |            |            |      |                        | 0.3     | 0.3     | 1       |
| SLV 4                | 1               | 1                     |            |            |            |      |                        | -1      | -0.3    | -0.3    |
| SLV 5                | 1               | 1                     |            |            |            |      |                        | -0.3    | -1      | -0.3    |
| SLV 6                | 1               | 1                     |            |            |            |      |                        | -0.3    | -0.3    | -1      |
| SLV 7                | 1               | 1                     |            |            |            |      |                        | -1      | -0.3    | 0.3     |
| SLV 8                | 1               | 1                     |            |            |            |      |                        | -0.3    | -1      | 0.3     |
| SLV 9                | 1               | 1                     |            |            |            |      |                        | -0.3    | -0.3    | 1       |
| Rara 1               | 1               | 1                     | 1          | 1          | 1          | 0.5  |                        |         |         |         |
| Rara 2               | 1               | 1                     | 0.6        | 0.6        | 0.6        | 1    |                        |         |         |         |
| Rara 3               | 1               | 1                     | 0.6        | 0.6        | 0.6        | 0.5  | 1                      |         |         |         |
| Freq 1               | 1               | 1                     | 0.6        | 0.6        | 0.6        | 0.2  |                        |         |         |         |
| Freq 2               | 1               | 1                     | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.5  |                        |         |         |         |
| Q.P.                 | 1               | 1                     |            |            |            |      |                        |         |         |         |

## 7. CERCHIATURA VANO PORTA

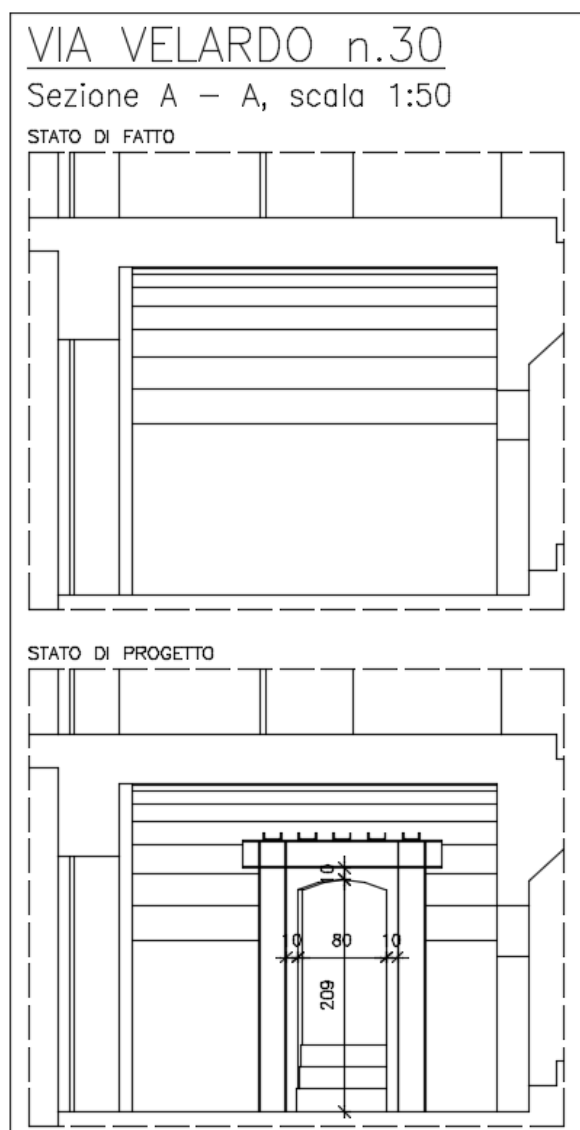


Figura 4: Individuazione pareti oggetto di intervento

## 7.1 Progetto Telaio

### PROGETTO E VERIFICA DI APERTURE IN MURI PORTANTI IN ZONA SISMICA

|              |                                         |
|--------------|-----------------------------------------|
| Progetto:    | RECUPERO ALLOGGI DI PROPRIETA' COMUNALE |
| Committente: | COMUNE DI RAGUSA                        |
| Località:    | Ragusa Ibla                             |
| Comune:      | RAGUSA                                  |

|           |       |
|-----------|-------|
| PARETE N° | 1     |
| PIANO:    | TERRA |

PIANO: TERRA

PARETE N° 1

## ANALISI DEI CARICHI

## Volta

| Elementi strutturali ( $G_1$ ) |        |      |                                |    | KN/m <sup>2</sup> |
|--------------------------------|--------|------|--------------------------------|----|-------------------|
|                                | i (m)= |      | p (KN/m)=                      |    |                   |
| Volta                          | s (m)= | 0.35 | $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )= | 16 | 5.60              |
|                                |        |      |                                |    |                   |
|                                |        |      |                                |    |                   |
| $G_1 =$                        |        |      |                                |    | 5.60              |

| Elementi non strutturali ( $G_2$ ) |  |  |  |  | KN/m <sup>2</sup> |
|------------------------------------|--|--|--|--|-------------------|
| pavimento                          |  |  |  |  | 0.40              |
| intonaco                           |  |  |  |  | 0.30              |
|                                    |  |  |  |  |                   |
|                                    |  |  |  |  |                   |
|                                    |  |  |  |  |                   |
| $G_2 =$                            |  |  |  |  | 0.70              |

| Carichi variabili ( $Q$ )     |  |  |  |  | KN/m <sup>2</sup> |
|-------------------------------|--|--|--|--|-------------------|
| carico di esercizio ( $q_k$ ) |  |  |  |  | 2.00              |
|                               |  |  |  |  |                   |
| $q_k =$                       |  |  |  |  | 2.00              |

Coefficienti parziali ( $\gamma_F$ ) per le azioni (verifica SLU)

|                 | (favorevole) | (sfavorevole) |
|-----------------|--------------|---------------|
| $\gamma_{G1} =$ | 1            | 1.30          |
| $\gamma_{G2} =$ | 1            | 1.50          |
| $\gamma_Q =$    | 0            | 1.50          |

Combinazione fondamentale (SLU)

$$q_1 = G_1 \times \gamma_{G1} + G_2 \times \gamma_{G2} + q_k \times \gamma_Q$$

|                            | (favorevole) | (sfavorevole) |                   |
|----------------------------|--------------|---------------|-------------------|
| $G_1 \times \gamma_{G1} =$ | 5.60         | 7.28          | KN/m <sup>2</sup> |
| $G_2 \times \gamma_{G2} =$ | 0.70         | 1.05          | KN/m <sup>2</sup> |
| $q_k \times \gamma_Q =$    | 0.00         | 3.00          | KN/m <sup>2</sup> |
| $q_1 =$                    | 6.30         | 11.33         | KN/m <sup>2</sup> |

### Solaio di copertura

Elementi strutturali ( $G_1$ )

|                      |        |     |                                |       | KN/m <sup>2</sup> |
|----------------------|--------|-----|--------------------------------|-------|-------------------|
| travi in legno 16x18 | i (m)= | 0.5 | p (KN/m)=                      | 0.109 | 0.22              |
|                      | s (m)= |     | $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )= | 10    | 0.00              |
|                      |        |     |                                |       |                   |
|                      |        |     |                                |       |                   |
| $G_1 =$              |        |     |                                |       | 0.22              |

Elementi non strutturali ( $G_2$ )

|         | KN/m <sup>2</sup> |
|---------|-------------------|
| tegole  | 0.60              |
| perlino | 0.08              |
|         |                   |
|         |                   |
|         |                   |
|         |                   |
| $G_2 =$ | 0.68              |

Carichi variabili ( $Q$ )

|                               | KN/m <sup>2</sup> |
|-------------------------------|-------------------|
| carico di esercizio ( $q_k$ ) | 0.50              |
|                               |                   |
| $q_k =$                       | 0.50              |

Coefficienti parziali ( $\gamma_F$ ) per le azioni (verifica SLU)

|                 | (favorevole) | (sfavorevole) |
|-----------------|--------------|---------------|
| $\gamma_{G1} =$ | 1            | 1.30          |
| $\gamma_{G2} =$ | 1            | 1.50          |
| $\gamma_Q =$    | 0            | 1.50          |

Combinazione fondamentale (SLU)

$$q_1 = G_1 \times \gamma_{G1} + G_2 \times \gamma_{G2} + q_k \times \gamma_Q$$

|                            | (favorevole) | (sfavorevole) |                   |
|----------------------------|--------------|---------------|-------------------|
| $G_1 \times \gamma_{G1} =$ | 0.22         | 0.28          | KN/m <sup>2</sup> |
| $G_2 \times \gamma_{G2} =$ | 0.68         | 1.01          | KN/m <sup>2</sup> |
| $q_k \times \gamma_Q =$    | 0.00         | 0.75          | KN/m <sup>2</sup> |
| $q_1 =$                    | 0.89         | 2.05          | KN/m <sup>2</sup> |

PIANO: TERRA

PARETE N° 1

CARICHI SULLA PARETE

Carico agente in sommità della parete dovuto alla porzione di muro sovrastante

coefficiente parziale di sicurezza

$\gamma_{G2} = 1$

|                  | H (m) | t (m) | w (KN/m <sup>3</sup> ) | p (KN/m) |
|------------------|-------|-------|------------------------|----------|
| muro sovrastante | 2.75  | 0.5   | 16                     | 22.00    |
|                  |       |       |                        | 0.00     |
|                  |       |       |                        | 0.00     |
|                  |       |       |                        | 0.00     |
|                  |       |       |                        | 0.00     |

Carico agente in sommità della parete dovuto all'incidenza dei solai

|                     | L(dx) | L(sx) | q <sub>1</sub> (dx) | q <sub>1</sub> (sx) | p (KN/m) |
|---------------------|-------|-------|---------------------|---------------------|----------|
|                     | m     | m     | KN/m <sup>2</sup>   | KN/m <sup>2</sup>   |          |
| solaio intermedio   | 3.54  | 3.63  | 6.30                | 6.30                | 22.59    |
| solaio di copertura | 3.54  | 3.63  | 1.24                | 1.24                | 4.45     |
|                     |       |       |                     |                     | 0.00     |
|                     |       |       |                     |                     | 0.00     |
|                     |       |       |                     |                     | 0.00     |
|                     |       |       |                     |                     | 0.00     |
|                     |       |       |                     |                     | 0.00     |
|                     |       |       |                     |                     | 0.00     |

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| Totale carico distribuito (KN/m) | 49.03 |
|----------------------------------|-------|

H = altezza del muro sovrastante (spessore t)

L(dx), L(sx) = luce del solaio a destra e a sinistra

p = carico

PIANO: TERRA

PARETE N° 1

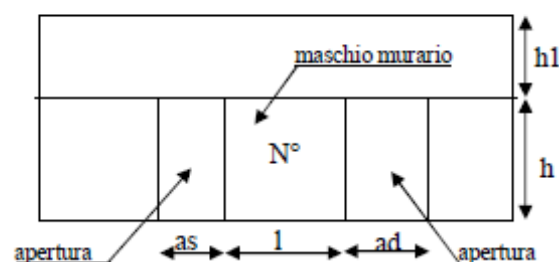
STATO ATTUALE

numero di maschi murari 1

Calcolo della tensione normale media verticale ( $\sigma_o$ ) agente in ciascun maschio murario

| N° | as(m) | ad(m) | h (m) | l (m) | h <sub>1</sub> (m) | i (m) | t (m) | w (KN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma_o$ (KN/m <sup>2</sup> ) |
|----|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|------------------------|---------------------------------|
| 1  | 0     | 0     | 2.09  | 3.8   | 0.86               | 3.8   | 0.5   | 16.00                  | 128.54                          |
| 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 0     | 0     | 0.00                   | 0.00                            |
| 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 0     | 0     | 0.00                   | 0.00                            |
| 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 0     | 0     | 0.00                   | 0.00                            |
| 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 0     | 0     | 0.00                   | 0.00                            |
| 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 0     | 0     | 0.00                   | 0.00                            |

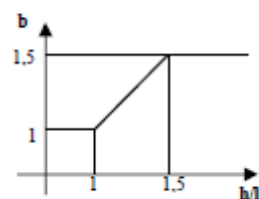
Simbologia



as= apertura a sinistra  
 ad= apertura a destra  
 l = lunghezza maschio murario  
 h = altezza maschio murario  
 t = spessore maschio murario  
 h<sub>1</sub> = altezza fascia di piano  
 i = interasse maschio murario  
 $i = l + as/2 + ad/2$

Individuazione del coefficiente "b"

| N° | h/l  | b     |
|----|------|-------|
| 1  | 0.55 | 1.000 |
| 0  | 0    | 0.000 |
| 0  | 0    | 0.000 |
| 0  | 0    | 0.000 |
| 0  | 0    | 0.000 |
| 0  | 0    | 0.000 |



### Calcolo rigidezza della parete

|   | G                 | t   | l   | h    | A              | E                 | K        |
|---|-------------------|-----|-----|------|----------------|-------------------|----------|
|   | N/mm <sup>2</sup> | m   | m   | m    | m <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> | KN/m     |
| 1 | 360               | 0.5 | 3.8 | 2.09 | 1.9            | 1080              | 251587.0 |
| 0 | 0                 | 0   | 0   | 0    | 0              | 0                 | 0.0      |
| 0 | 0                 | 0   | 0   | 0    | 0              | 0                 | 0.0      |
| 0 | 0                 | 0   | 0   | 0    | 0              | 0                 | 0.0      |
| 0 | 0                 | 0   | 0   | 0    | 0              | 0                 | 0.0      |
| 0 | 0                 | 0   | 0   | 0    | 0              | 0                 | 0.0      |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| RIGIDEZZA DELLA PARETE (KN/m) | 251586.978 |
|-------------------------------|------------|

### Calcolo resistenza dei singoli maschi murari

|   | $\tau_o$          | $f_d$             | $\sigma_o$        | $V_t$  | $V_{pf}$ | $V_u$  | $\delta_e$ | tipo di rottura     | $\mu$ | $\delta_u$ | $\delta_{u,max}$ |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|--------|----------|--------|------------|---------------------|-------|------------|------------------|
|   | N/cm <sup>2</sup> | N/cm <sup>2</sup> | KN/m <sup>2</sup> | KN     | KN       | KN     | mm         |                     |       | mm         | mm               |
| 1 | 3.5               | 190               | 128.54            | 185.23 | 408.71   | 185.23 | 0.736      | taglio per trazione | 2     | 1.47       | 8.36             |
| 0 | 0                 | 0                 | 0.00              | 0.00   | 0.00     | 0.00   | 0.000      |                     | 0     | 0.00       | 0.00             |
| 0 | 0                 | 0                 | 0.00              | 0.00   | 0.00     | 0.00   | 0.000      |                     | 0     | 0.00       | 0.00             |
| 0 | 0                 |                   | 0.00              | 0.00   | 0.00     | 0.00   | 0.000      |                     |       | 0.00       | 0.00             |
| 0 | 0                 |                   | 0.00              | 0.00   | 0.00     | 0.00   | 0.000      |                     |       | 0.00       | 0.00             |
| 0 | 0                 |                   | 0.00              | 0.00   | 0.00     | 0.00   | 0.000      |                     |       | 0.00       | 0.00             |

$\tau_o$  = resistenza a taglio della muratura

$f_d$  = resistenza a compressione della muratura

$\sigma_o$  = tensione media verticale nella muratura

$V_t$  = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale)

$V_{pf}$  = resistenza a taglio per pressoflessione

$V_u$  = resistenza a taglio del maschio murario (minimo valore tra  $V_t$  e  $V_{pf}$ )

$\delta_e$  = spostamento del maschio murario al limite elastico

$\delta_u$  = spostamento del maschio murario al limite ultimo

$\delta_{u,max}$  = valore max = 0,4%\*h nel caso di rottura a taglio e 0,6%\*h nel caso di rottura per pressoflessione

### Calcolo resistenza della parete

|                                                    |    |        |
|----------------------------------------------------|----|--------|
| Spostamento della parete al limite di rottura      | mm | 1.47   |
| Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 1 | KN | 185.23 |
|                                                    |    | 0.00   |
|                                                    |    | 0.00   |
|                                                    |    | 0.00   |
|                                                    |    | 0.00   |
|                                                    |    | 0.00   |
| TAGLIO ULTIMO DELLA PARETE                         | KN | 185.23 |

PIANO: TERRA

PARETE N° 1

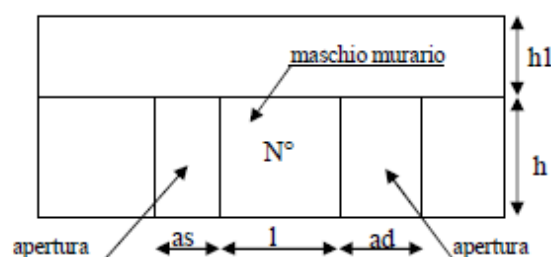
STATO MODIFICATO

numero di maschi murari 2

Calcolo della tensione normale media verticale ( $\sigma_v$ ) agente in ciascun maschio murario

| N° | as(m) | ad(m) | h (m) | l (m) | h <sub>1</sub> (m) | i (m) | t (m) | w (KN/m³) | $\sigma_v$ (KN/m²) |
|----|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-----------|--------------------|
| 1  | 0     | 0.8   | 2.09  | 1.88  | 0.86               | 2.28  | 0.5   | 16.00     | 152.33             |
| 2  | 0.8   | 0     | 2.09  | 1.14  | 0.86               | 1.54  | 0.5   | 16.00     | 167.78             |
| 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 0     | 0     | 0.00      | 0.00               |
| 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 0     | 0     | 0.00      | 0.00               |
| 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 0     | 0     | 0.00      | 0.00               |
| 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 0     | 0     | 0.00      | 0.00               |

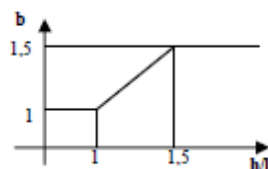
Simbologia



as= apertura a sinistra  
ad= apertura a destra  
l = lunghezza maschio murario  
h = altezza maschio murario  
t = spessore maschio murario  
h<sub>1</sub> = altezza fascia di piano  
i = interasse maschio murario  
 $i = l + as/2 + ad/2$

Individuazione del coefficiente "b"

| N° | h/l   | b     |
|----|-------|-------|
| 1  | 1.112 | 1.112 |
| 2  | 1.833 | 1.500 |
| 0  | 0     | 0.000 |
| 0  | 0     | 0.000 |
| 0  | 0     | 0.000 |
| 0  | 0     | 0.000 |



### Calcolo rigidezza della parete

|                               | G                 | t   | l    | h    | A              | E                 | K           |
|-------------------------------|-------------------|-----|------|------|----------------|-------------------|-------------|
|                               | N/mm <sup>2</sup> | m   | m    | m    | m <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> | KN/m        |
| 1                             | 360               | 0.5 | 1.88 | 2.09 | 0.94           | 1080              | 100445.3    |
| 2                             | 360               | 0.5 | 1.14 | 2.09 | 0.57           | 1080              | 42313.0     |
| 0                             | 0                 | 0   | 0    | 0    | 0              | 0                 | 0.0         |
| 0                             | 0                 | 0   | 0    | 0    | 0              | 0                 | 0.0         |
| 0                             | 0                 | 0   | 0    | 0    | 0              | 0                 | 0.0         |
| 0                             | 0                 | 0   | 0    | 0    | 0              | 0                 | 0.0         |
| RIGIDEZZA DELLA PARETE (KN/m) |                   |     |      |      |                |                   | 142758.3039 |

### Calcolo resistenza dei singoli maschi murari

|   | $\tau_o$          | $f_d$             | $\sigma_o$        | $V_t$ | $V_{pf}$ | $V_u$ | $\delta_e$ | tipo di rottura     | $\mu$ | $\delta_u$ | $\delta_{u,max}$ |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------|----------|-------|------------|---------------------|-------|------------|------------------|
|   | N/cm <sup>2</sup> | N/cm <sup>2</sup> | KN/m <sup>2</sup> | KN    | KN       | KN    | mm         |                     |       | mm         | mm               |
| 1 | 3.5               | 190               | 152.33            | 87.68 | 116.66   | 87.68 | 0.873      | taglio per trazione | 2     | 1.746      | 8.360            |
| 2 | 3.5               | 190               | 167.78            | 40.86 | 46.74    | 40.86 | 0.966      | taglio per trazione | 2     | 1.932      | 8.360            |
| 0 | 0                 | 0                 | 0.00              | 0.00  | 0.00     | 0.00  | 0.000      |                     | 0     | 0.000      | 0.000            |
| 0 | 0                 | 0                 | 0.00              | 0.00  | 0.00     | 0.00  | 0.000      |                     |       | 0.000      | 0.000            |
| 0 | 0                 | 0                 | 0.00              | 0.00  | 0.00     | 0.00  | 0.000      |                     |       | 0.000      | 0.000            |
| 0 | 0                 | 0                 | 0.00              | 0.00  | 0.00     | 0.00  | 0.000      |                     |       | 0.000      | 0.000            |

$\tau_o$  = resistenza a taglio della muratura

$f_d$  = resistenza a compressione della muratura

$\sigma_o$  = tensione media verticale nella muratura

$V_t$  = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale)

$V_{pf}$  = resistenza a taglio per pressoflessione

$V_u$  = resistenza a taglio del maschio murario (minimo valore tra  $V_t$  e  $V_{pf}$ )

$\delta_e$  = spostamento del maschio murario al limite elastico

$\delta_u$  = spostamento del maschio murario al limite ultimo

$\delta_{u,max}$  = valore max = 0,4%\*h nel caso di rottura a taglio e 0,6%\*h nel caso di rottura per pressoflessione

### Calcolo resistenza della parete

|                                                    |    |        |
|----------------------------------------------------|----|--------|
| Spostamento della parete al limite di rottura      | mm | 1.746  |
| Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 1 | KN | 87.68  |
| Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 2 | KN | 40.86  |
|                                                    |    | 0.00   |
|                                                    |    | 0.00   |
|                                                    |    | 0.00   |
|                                                    |    | 0.00   |
| TAGLIO ULTIMO DELLA PARETE                         | KN | 128.55 |

|           |
|-----------|
| VERIFICHE |
|-----------|

a) La rigidezza finale della parete non deve cambiare significativamente rispetto a quella iniziale

Max decremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale) 

|    |   |
|----|---|
| 15 | % |
|----|---|

Max incremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale) 

|    |   |
|----|---|
| 15 | % |
|----|---|

|                  |             |                         |         |
|------------------|-------------|-------------------------|---------|
| $K_{in}$ (KN/m)  | 251586.978  |                         |         |
| $K_{fin}$ (KN/m) | 142758.3039 | variazione percentuale: | -43.3 % |

La verifica NON è soddisfatta; occorre pertanto un intervento di rinforzo

b) La resistenza finale della parete non deve essere inferiore a quella iniziale

|                  |        |
|------------------|--------|
| $V_{t,in}$ (KN)  | 185.23 |
| $V_{t,fin}$ (KN) | 128.55 |

La verifica non è soddisfatta pertanto occorre un intervento di rinforzo

c) Lo spostamento ultimo della parete nello stato finale non deve essere inferiore a quello nello stato iniziale

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| $\delta_{u,in}$ (mm)  | 1.47  |
| $\delta_{u,fin}$ (mm) | 1.746 |

La verifica risulta pertanto soddisfatta

|        |       |
|--------|-------|
| PIANO: | TERRA |
|--------|-------|

|           |   |
|-----------|---|
| PARETE N° | 1 |
|-----------|---|

|                           |
|---------------------------|
| DIMENSIONAMENTO DEI TELAI |
|---------------------------|

|   |          |      |
|---|----------|------|
| 1 | Acciaio: | s235 |
|---|----------|------|

|                 |        |                   |                                        |
|-----------------|--------|-------------------|----------------------------------------|
| $f_{yk} =$      | 235.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di snervamento |
| $f_{tk} =$      | 360.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di rottura     |
| $\gamma_{M0} =$ | 1.05   |                   | coefficiente parziale di sicurezza     |
| $E =$           | 210000 | N/mm <sup>2</sup> | modulo elastico                        |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 2 | Calcestruzzo armato |
|---|---------------------|

|                 |       |                   |                                                                           |
|-----------------|-------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| $R_{ck} =$      | 30.00 | N/mm <sup>2</sup> | resistenza caratteristica a compressione                                  |
| $f_{cd} =$      | 14.11 | N/mm <sup>2</sup> | tensione di calcolo $f_{cd} = 0.85 \cdot 0.83 \cdot R_{ck} / \gamma_{M0}$ |
| $\gamma_{M0} =$ | 1.5   |                   | coefficiente parziale di sicurezza                                        |
| $E =$           | 31447 | N/mm <sup>2</sup> | modulo elastico $E = E_{cm} = 22.000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3}$             |

#### TELAI IN ACCIAIO

|                                          |   |
|------------------------------------------|---|
| Numero di telai da inserire nella parete | 1 |
|------------------------------------------|---|

|                                     |         |                                            |
|-------------------------------------|---------|--------------------------------------------|
| $H_{telai} \text{ (cm)}$            | 210     | (Altezza media dei telai)                  |
| $K_{ric} \text{ (KN/m)}$            | 71090.6 | (Rigidezza richiesta ai telai)             |
| $J_{x,piedr} \text{ (cm}^4\text{)}$ | 13062.9 | (Momento d'inerzia minimo di un piedritto) |

| $n$    | nome   | tipo piedritto | $H$<br>(cm) | $W_x$<br>(cm <sup>3</sup> ) | $J_x$<br>(cm <sup>4</sup> ) | $K_r$<br>(KN/m) | $M_{ed}$<br>(KNcm) | $d$<br>(mm) | $F_r$<br>(KN) | $F_u$<br>(KN) |
|--------|--------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|-------------|---------------|---------------|
| 1      | T.A. 1 | 2HEA260        | 210         | 1672                        | 20910                       | 113795.9        | 37420.95           | 6.26        | 198.69        | 712.78        |
| 0      |        |                |             |                             |                             | 0.0             | 0.00               | 0.00        | 0.00          | 0.00          |
| 0      |        |                |             |                             |                             | 0.0             | 0.00               | 0.00        | 0.00          | 0.00          |
| 0      |        |                |             |                             |                             | 0.0             | 0.00               | 0.00        | 0.00          | 0.00          |
| 0      |        |                |             |                             |                             | 0.0             | 0.00               | 0.00        | 0.00          | 0.00          |
| 0      |        |                |             |                             |                             | 0.0             | 0.00               | 0.00        | 0.00          | 0.00          |
| 0      |        |                |             |                             |                             | 0.0             | 0.00               | 0.00        | 0.00          | 0.00          |
| TOTALI |        |                |             |                             |                             | 113795.9        |                    |             | 198.69        | 712.78        |

## VERIFICHE

a) La rigidezza finale (maschi murari + telai) non deve cambiare significativamente rispetto a quella iniziale

Max decremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale) 15 %

Max incremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale) 15 %

|                  |           |
|------------------|-----------|
| $K_{in}$ (KN/m)  | 251586.98 |
| $K_{fin}$ (KN/m) | 256554.22 |

variazione percentuale: 1.974 %

La verifica è pertanto soddisfatta

b) La resistenza finale (maschi murari + telai) non deve essere inferiore a quella iniziale

|                  |        |
|------------------|--------|
| $V_{t,in}$ (KN)  | 185.23 |
| $V_{t,fin}$ (KN) | 327.24 |

La verifica risulta pertanto soddisfatta

c) Lo spostamento ultimo della parete nello stato finale non deve essere inferiore a quello nello stato iniziale

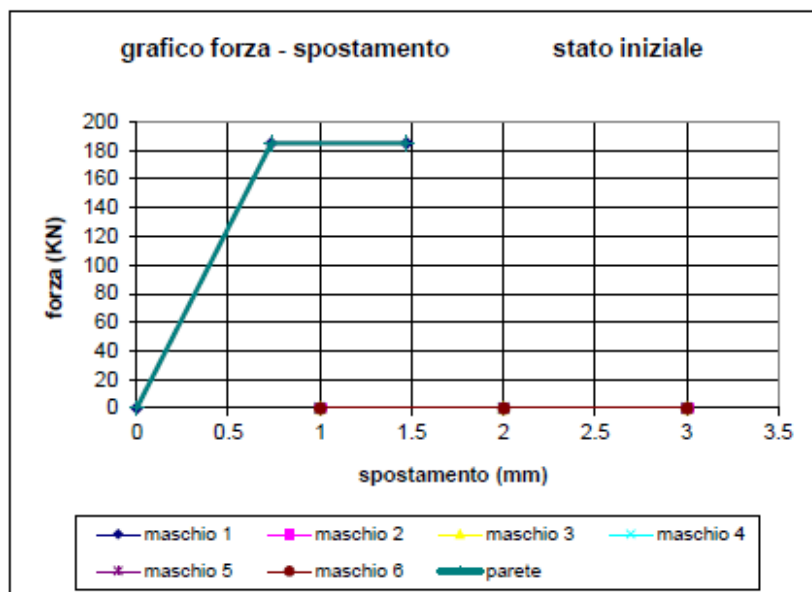
|                       |       |
|-----------------------|-------|
| $\delta_{u,in}$ (mm)  | 1.470 |
| $\delta_{u,fin}$ (mm) | 1.746 |

La verifica risulta pertanto soddisfatta

## GRAFICI TAGLIO - SPOSTAMENTO

Stato Iniziale

|           | $V_t$<br>(KN) | $\delta$<br>(mm) |
|-----------|---------------|------------------|
| maschio 1 | 0             | 0                |
|           | 185.2         | 0.74             |
|           | 185.2         | 1.47             |
| maschio 2 | 0             |                  |
|           |               |                  |
|           |               |                  |
| maschio 3 |               |                  |
|           |               |                  |
|           |               |                  |
| maschio 4 |               |                  |
|           |               |                  |
|           |               |                  |
| maschio 5 |               |                  |
|           |               |                  |
|           |               |                  |
| maschio 6 |               |                  |
|           |               |                  |
|           |               |                  |
| parete    | 0             | 0                |
|           | 185.23        | 0.74             |
|           | 185.23        | 1.47             |

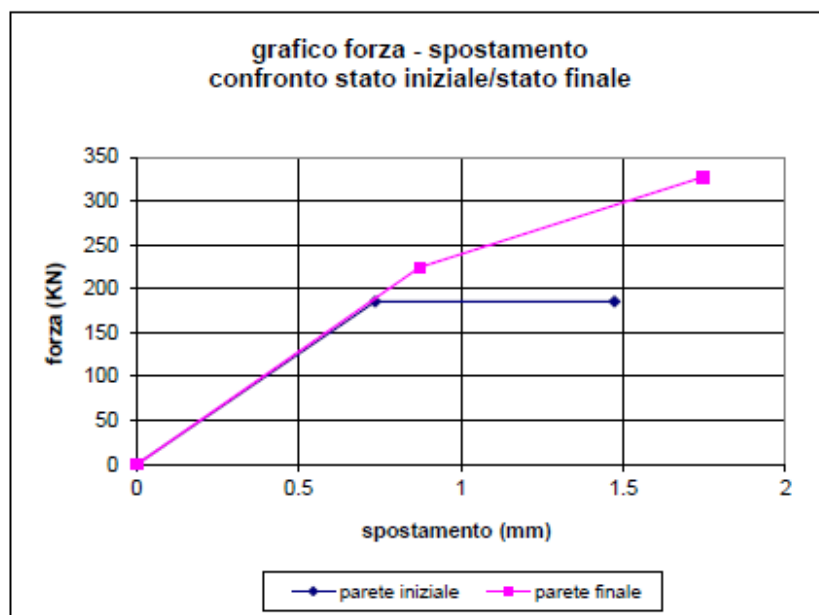




# GRAFICI TAGLIO - SPOSTAMENTO

Confronto tra stato iniziale e stato finale

|                    | $V_t$<br>(KN) | $\delta$<br>(mm) |
|--------------------|---------------|------------------|
| Parete<br>Iniziale | 0             | 0                |
|                    | 185.2         | 0.74             |
|                    | 185.2         | 1.47             |
| Parete<br>Finale   | 0             | 0                |
|                    | 223.96        | 0.87             |
|                    | 327.24        | 1.75             |



## 7.2 Verifica strutturale Telaio

PIANO: PRIMO

PARETE N° 1

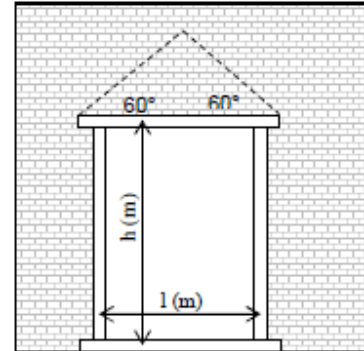
### VERIFICA DEI TELAI METALLICI

TELAIO N. 1

|                  |     |   |
|------------------|-----|---|
| luce telaio l    | 0.8 | m |
| altezza telaio h | 2.1 | m |

Tipo di acciaio S235

|               |        |                   |                                        |
|---------------|--------|-------------------|----------------------------------------|
| $f_{yk}$      | 235.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di snervamento |
| $f_{tk}$      | 360.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di rottura     |
| $\gamma_{M0}$ | 1.05   |                   | coefficiente parziale di sicurezza     |
| E             | 210000 | N/mm <sup>2</sup> | modulo elastico                        |



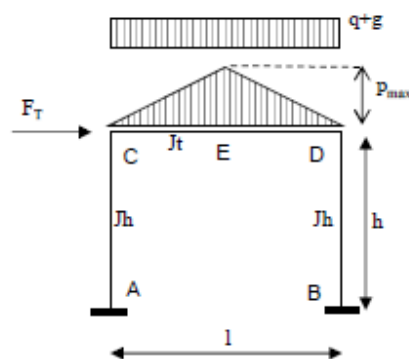
Analisi dei carichi agenti sul telaio

|                    |       |       | carichi permanenti |                   | carichi variabili |                   |
|--------------------|-------|-------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | L(dx) | L(sx) | g (dx)             | g (sx)            | q (dx)            | q (sx)            |
|                    | m     | m     | KN/m <sup>2</sup>  | KN/m <sup>2</sup> | KN/m <sup>2</sup> | KN/m <sup>2</sup> |
| solaio sovrastante | 3.54  | 3.63  | 7.54               |                   | 7.54              |                   |

| carichi lineari |        |
|-----------------|--------|
| g               | q      |
| KN/m            | KN/m   |
| 13.35           | 13.346 |

|                  | spessore | massa vol.           | $p_{max}$ (KN/m) |
|------------------|----------|----------------------|------------------|
|                  | (m)      | (KN/m <sup>3</sup> ) |                  |
| muro sovrastante | 0.5      | 16                   | 5.54             |

Schema statico:



Totale carichi permanenti  $g = 16.11$  KN/m

coeff. parziale di sicurezza  $\gamma_G = 1.5$

Totale carichi variabili  $q = 13.346$  KN/m

coeff. parziale di sicurezza  $\gamma_Q = 1.5$

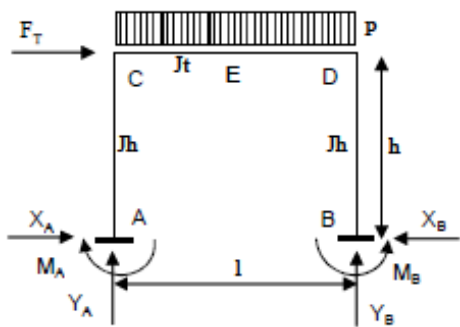
coeff. di combinazione  $\psi_{21} = 1$

|                                                                                    |       |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| Combinazione di carico ( $g \cdot \gamma_G + q \cdot \gamma_Q \cdot \psi_{21}$ ) = | 44.19 | KN/m |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|

|           |      |     |     |                            |                |   |
|-----------|------|-----|-----|----------------------------|----------------|---|
| Traverso  | tipo | HEA | 260 | $J_x = 10450 \text{ cm}^4$ | numero profili | 2 |
| Piedritto | tipo | HEA | 260 | $J_x = 10450 \text{ cm}^4$ | numero profili | 2 |

|                    |        |
|--------------------|--------|
| p (KN/m)           | 44.19  |
| $F_T$ (KN)         | 198.69 |
| l (m)              | 0.8    |
| h (m)              | 2.1    |
| $J_t(\text{cm}^4)$ | 20900  |
| $J_h(\text{cm}^4)$ | 20900  |

$K = 2.625$   
 $K' = J_t \cdot h / (J_h \cdot l)$



Reazioni vincolari

|       | dovute a p | dovute a $F_T$ | sovrapp. |     |
|-------|------------|----------------|----------|-----|
| $X_A$ | 0.728      | -99.345        | -98.617  | KN  |
| $Y_A$ | 17.676     | -245.212       | -227.536 | KN  |
| $M_A$ | 0.510      | -110.54        | -110.03  | KNm |
| $X_B$ | 0.728      | 99.345         | 100.073  | KN  |
| $Y_B$ | 17.676     | 245.212        | 262.887  | KN  |
| $M_B$ | 0.510      | 110.540        | 111.049  | KNm |

Sollecitazioni di calcolo

|                | asta AC |        | asta CD |         |         | asta BD |         |
|----------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                | A       | C      | C       | D       | E       | B       | D       |
| $M_{Ed}$ (KNm) | -110.03 | 97.07  | 97.07   | -99.10  | 2.52    | 111.05  | -99.10  |
| $V_{Ed}$ (KN)  | 98.62   | 98.62  | -227.54 | -262.89 | -245.21 | 100.07  | 100.07  |
| $N_{Ed}$ (KN)  | 227.54  | 227.54 | -100.07 | -100.07 | -100.07 | -262.89 | -262.89 |

# PIEDRITTI

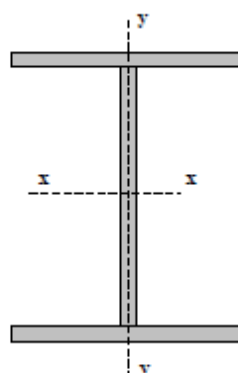
Piedritti tipo

HEA

260

Numero di profili per ogni piedritto:

2



|                            |                  |       |                 |                                    |
|----------------------------|------------------|-------|-----------------|------------------------------------|
| valori del singolo profilo | A =              | 86.82 | cm <sup>2</sup> | area lorda del profilo             |
|                            | b =              | 260   | mm              | larghezza delle ali                |
|                            | t <sub>f</sub> = | 12.5  | mm              | spessore delle ali                 |
|                            | t <sub>w</sub> = | 7.5   | mm              | spessore dell'anima                |
|                            | r =              | 24    | mm              | raggio di raccordo tra anima e ala |
|                            | h =              | 250   | mm              | altezza del profilo                |

|                     |        |                   |                                                                                                             |
|---------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E =                 | 210000 | N/mm <sup>2</sup> | modulo elastico                                                                                             |
| W <sub>pl,x</sub> = | 919.8  | cm <sup>3</sup>   | modulo di resistenza plastico del singolo profilo                                                           |
| W <sub>el,x</sub> = | 836.4  | cm <sup>3</sup>   | modulo di resistenza elastico del singolo profilo                                                           |
| W <sub>el,y</sub> = | 282.1  | cm <sup>3</sup>   | modulo di resistenza elastico del singolo profilo                                                           |
| I <sub>x</sub> =    | 10450  | cm <sup>4</sup>   | momento d'inerzia del singolo profilo                                                                       |
| A <sub>v</sub> =    | 28.76  | cm <sup>2</sup>   | area resistente al taglio (A <sub>v</sub> = A - 2b*t <sub>f</sub> + (t <sub>w</sub> + 2*r)*t <sub>f</sub> ) |

Tipo di acciaio

S235

|                   |        |                   |                                        |
|-------------------|--------|-------------------|----------------------------------------|
| f <sub>yk</sub> = | 235.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di snervamento |
| f <sub>tk</sub> = | 360.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di rottura     |
| γ <sub>M0</sub> = | 1.05   |                   | coefficiente parziale di sicurezza     |

Classificazione del profilo

ε = 1

ε = √(235/f<sub>yk</sub>)

Azione di compressione

Ala c/t = 8.18 classe 1

Anima c/t = 23.60 classe 1

classe per azione di compressione: 1

Azione di flessione

Ala c/t = 8.18 classe 1

Anima c/t = 23.60 classe 1

classe per azione di flessione: 1

Azione di pressoflessione

Ala c/t = 8.18 classe 1

Anima c/t = 23.60 classe 1

classe per azione di pressoflessione: 1

c = 177.0

α = 0.71

$$\chi = 74.58$$

$$\psi = -0.63$$

$$\begin{aligned} 396e/(13\alpha-1) &= 48.066 \\ 36e/\alpha &= 50.656 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 456e/(13\alpha-1) &= 55.348 \\ 41.5e/\alpha &= 58.395 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 42e/(0.67+0.33\psi) &= 90.798 \\ 62e(1-\psi)\sqrt{(-\psi)} &= 80.054 \end{aligned}$$

verifica la classe 1

verifica la classe 2

verifica la classe 3

|                                    |   |                             |
|------------------------------------|---|-----------------------------|
| Classe di appartenenza del profilo | 1 | (azione di pressoflessione) |
|------------------------------------|---|-----------------------------|

(per profili IPE o HE  $\rightarrow$  per l'ala:  $c = b - t_w - 2 \cdot r$   $t = t_f$  ; per l'anima:  $c = h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r$   $t = t_w$  )

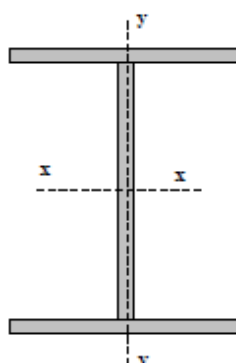
# TRAVERSI

Traverso tipo

|     |
|-----|
| HEA |
| 260 |

Numero di profili per il traverso:

|   |
|---|
| 2 |
|---|



|                            |                  |       |                 |                                    |
|----------------------------|------------------|-------|-----------------|------------------------------------|
| valori del singolo profilo | A =              | 86.82 | cm <sup>2</sup> | area lorda del profilo             |
|                            | b =              | 260   | mm              | larghezza delle ali                |
|                            | t <sub>f</sub> = | 12.5  | mm              | spessore delle ali                 |
|                            | t <sub>w</sub> = | 7.5   | mm              | spessore dell'anima                |
|                            | r =              | 24    | mm              | raggio di raccordo tra anima e ala |
|                            | h =              | 250   | mm              | altezza del profilo                |

|                     |        |                   |                                                                                                             |
|---------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E =                 | 210000 | N/mm <sup>2</sup> | modulo elastico                                                                                             |
| W <sub>pl,x</sub> = | 919.8  | cm <sup>3</sup>   | modulo di resistenza plastico del singolo profilo                                                           |
| W <sub>el,x</sub> = | 836.4  | cm <sup>3</sup>   | modulo di resistenza elastico del singolo profilo                                                           |
| W <sub>el,y</sub> = | 282.1  | cm <sup>3</sup>   | modulo di resistenza elastico del singolo profilo                                                           |
| J <sub>x</sub> =    | 10450  | cm <sup>4</sup>   | momento d'inerzia del singolo profilo                                                                       |
| A <sub>v</sub> =    | 28.76  | cm <sup>2</sup>   | area resistente al taglio (A <sub>v</sub> = A - 2b*t <sub>f</sub> + (t <sub>w</sub> + 2*r)*t <sub>f</sub> ) |

Tipo di acciaio

|      |
|------|
| S235 |
|------|

|                   |        |                   |                                        |
|-------------------|--------|-------------------|----------------------------------------|
| f <sub>yk</sub> = | 235.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di snervamento |
| f <sub>tk</sub> = | 360.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di rottura     |
| γ <sub>M0</sub> = | 1.05   |                   | coefficiente parziale di sicurezza     |

Classificazione del profilo

$$\epsilon = 1 \quad \epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$$

Azione di compressione

|       |       |       |        |   |
|-------|-------|-------|--------|---|
| Ala   | c/t = | 8.18  | classe | 1 |
| Anima | c/t = | 23.60 | classe | 1 |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| classe per azione di compressione: | 1 |
|------------------------------------|---|

Azione di flessione

|       |       |       |        |   |
|-------|-------|-------|--------|---|
| Ala   | c/t = | 8.18  | classe | 1 |
| Anima | c/t = | 23.60 | classe | 1 |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| classe per azione di flessione: | 1 |
|---------------------------------|---|

Azione di pressoflessione

|       |       |       |        |   |
|-------|-------|-------|--------|---|
| Ala   | c/t = | 8.18  | classe | 1 |
| Anima | c/t = | 23.60 | classe | 1 |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| classe per azione di pressoflessione: | 1 |
|---------------------------------------|---|

$$c = 177.0$$

$$\alpha = 0.58$$

$$x= 28.39$$

$$\psi = -0.82$$

$$\begin{aligned} 396e/(13\alpha-1)&= 60.527 \\ 36e/\alpha &= 62.048 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 456e/(13\alpha-1)&= 69.698 \\ 41,5e/\alpha &= 71.528 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 42e/(0,67+0,33\psi)&= 105.39 \\ 62e(1-\psi)\sqrt{(-\psi)}&= 102.5 \end{aligned}$$

verifica la classe 1  
verifica la classe 2  
verifica la classe 3

|                                    |   |                             |
|------------------------------------|---|-----------------------------|
| Classe di appartenenza del profilo | 1 | (azione di pressoflessione) |
|------------------------------------|---|-----------------------------|

(per profili IPE o HE → per l'ala:  $c = b-t_w-2\cdot r$   $t = t_f$  ; per l'anima:  $c = h-2\cdot t_f-2\cdot r$   $t = t_w$  )

## Resistenze di calcolo

### Piedritti

|              |            |                                        |
|--------------|------------|----------------------------------------|
| $M_{c,Rd} =$ | 411.72 KNm | Resistenza di calcolo a flessione      |
| $V_{c,Rd} =$ | 743.19 KN  | Resistenza di calcolo a taglio         |
| $N_{c,Rd} =$ | 3886.2 KN  | Resistenza di calcolo a sforzo normale |

### Traverso

|              |            |                                        |
|--------------|------------|----------------------------------------|
| $M_{c,Rd} =$ | 411.72 KNm | Resistenza di calcolo a flessione      |
| $V_{c,Rd} =$ | 743.19 KN  | Resistenza di calcolo a taglio         |
| $N_{c,Rd} =$ | 3886.2 KN  | Resistenza di calcolo a sforzo normale |

Verifiche di resistenza (SLU): stato limite di collasso per formazione di cerniera plastica nella sezione

### Piedritti

$$\begin{aligned}
 V_{Ed} / V_{c,Rd} &= 0.1347 < 0.5 : \text{si può trascurare l'influenza del taglio} \\
 \rho &= 0.000 & \text{Percentuale di riduzione della tensione di snervamento (interazione T-M)} \\
 (A - 2bt_p)/A &= 0.2513 \\
 a &= 0.251 & a = (A - 2bt_p)/A \text{ se } < 0.5 \text{ altrimenti } a = 0.5
 \end{aligned}$$

| sezione | $n = N_{Ed}/N_{pl,Rd}$ | $M_{pl,y,Rd}$ | $M_{N,y,Rd}$ | $M_{Ed}$ | $M_{N,y,Rd}/M_{Ed}$ | esito della verifica<br>$M_{N,y,Rd}/M_{Ed} \geq 1$ |
|---------|------------------------|---------------|--------------|----------|---------------------|----------------------------------------------------|
| A       | 0.0585493              | 411.72        | 411.72       | -110.0   | 3.74                | verificato                                         |
| C       | 0.0585493              | 411.72        | 411.72       | 97.1     | 4.24                | verificato                                         |
| B       | 0.0676459              | 411.72        | 411.72       | 111.0    | 3.71                | verificato                                         |
| D       | 0.0676459              | 411.72        | 411.72       | -99.1    | 4.15                | verificato                                         |

### Traverso

$$\begin{aligned}
 V_{Ed} / V_{c,Rd} &= 0.3537 < 0.5 : \text{si può trascurare l'influenza del taglio} \\
 \rho &= 0.000 & \text{Percentuale di riduzione della tensione di snervamento (interazione T-M)} \\
 (A - 2bt_p)/A &= 0.2513 \\
 a &= 0.251 & a = (A - 2bt_p)/A \text{ se } < 0.5 \text{ altrimenti } a = 0.5
 \end{aligned}$$

| sezione | $n = N_{Ed}/N_{pl,Rd}$ | $M_{pl,y,Rd}$ | $M_{N,y,Rd}$ | $M_{Ed}$ | $M_{N,y,Rd}/M_{Ed}$ | esito della verifica |
|---------|------------------------|---------------|--------------|----------|---------------------|----------------------|
| C       | 0.0257507              | 411.72        | 411.72       | 97.1     | 4.24                | verificato           |
| D       | 0.0257507              | 411.72        | 411.72       | -99.1    | 4.15                | verificato           |
| E       | 0.0257507              | 411.72        | 411.72       | 2.5      | 163.64              | verificato           |

$$(M_{c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = W_{pl,y} \cdot \sigma_{yk} / \gamma_{M0})$$

Momento resistente a flessione (per sezioni di classe 1 e 2)

$$(M_{c,Rd} = M_{el,y,Rd} = W_{el,min} \cdot \sigma_{yk} / \gamma_{M0})$$

Momento resistente a flessione (per sezioni di classe 3)

$$(N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot \sigma_{yk} / \gamma_{M0})$$

Resistenza plastica della sezione (per sezioni di classe 1, 2 e 3)

$$(V_{c,Rd} = A_v \cdot \sigma_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))$$

Resistenza di calcolo a taglio

# Verifiche allo SLE (deformabilità) del traverso



$$p = 44.19 \text{ KN/m}$$

$$l = 0.8 \text{ m}$$

$$M_{Ed} = 3.54 \text{ KNm}$$

$$M_{el} = 374.39 \text{ KNm} \quad \text{Momento al limite elastico } (W_{el} \cdot f_{yk} / \gamma_0)$$

La trave si trova in fase elastica in quanto  $M_{Ed} < M_{el}$

A favore di sicurezza, si considera la stessa combinazione di carico utilizzata per la verifica di resistenza allo S.L.U.

|                           |                          |                              |                  |
|---------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------|
| Totale carichi permanenti | $g = 16.11 \text{ KN/m}$ | coeff. parziale di sicurezza | $\gamma_G = 1.5$ |
|---------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------|

|                          |                           |                              |                  |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------|
| Totale carichi variabili | $q = 13.346 \text{ KN/m}$ | coeff. parziale di sicurezza | $\gamma_Q = 1.5$ |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------|

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| Combinazione di carico $(g \gamma_{G1} + q \gamma_{Q1}) =$ | 44.19 KN/m |
|------------------------------------------------------------|------------|

|                               |      |                                                                                          |
|-------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\delta_c \text{ (mm)} =$     | 0    | monta iniziale della trave                                                               |
| $\delta_1 \text{ (mm)} =$     | 0.00 | spostamento elastico dovuto ai carichi permanenti                                        |
| $\delta_2 \text{ (mm)} =$     | 0.00 | spostamento elastico dovuto ai carichi variabili                                         |
| $\delta_{max} \text{ (mm)} =$ | 0.00 | spostamento nello stato finale depurato della monta iniziale = $\delta_{tot} - \delta_c$ |

Valori limite

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| $\delta_{max} / L = 1/k$ | $k = 400$ |
|--------------------------|-----------|

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| $\delta_2 / L = 1/k$ | $k = 500$ |
|----------------------|-----------|

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| $\delta_{max, LIM} =$ | 2.000 mm |
|-----------------------|----------|

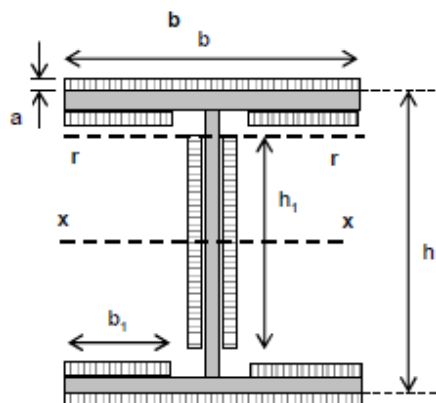
|                     |          |
|---------------------|----------|
| $\delta_{2, LIM} =$ | 1.600 mm |
|---------------------|----------|

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| $\delta_{max} <$ del valore limite | VERIFICATO |
|------------------------------------|------------|

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| $\delta_2 <$ del valore limite | VERIFICATO |
|--------------------------------|------------|

## VERIFICA COLLEGAMENTO SALDATO PIEDRITTO - TRAVERSO

verifiche collegamenti saldati in sommità del piedritto e alla base (collegamento piedritto - piastra di base)  
saldature con cordoni d'angolo



|                  |       |    |
|------------------|-------|----|
| b =              | 260   | mm |
| b <sub>1</sub> = | 100   | mm |
| h <sub>1</sub> = | 240   | mm |
| h =              | 260   | mm |
| s =              | 10    | mm |
| spessore cordone |       |    |
| a =              | 7.071 | mm |
| sezione di gola  |       |    |

|                   |        |     |
|-------------------|--------|-----|
| V <sub>Ed</sub> = | 100.07 | KN  |
| N <sub>Ed</sub> = | 262.89 | KN  |
| M <sub>Ed</sub> = | 111.05 | KNm |

f<sub>yk</sub> = 235.00 tensione caratteristica di snervamento

β<sub>1</sub> = 0.85 acciaio S235

β<sub>2</sub> = 1 acciaio S235

Le caratteristiche geometriche sotto riportate, tengono conto della riduzione dei cordoni di saldatura dovuta alla presenza di più profili che ostacolano la realizzazione dei cordoni stessi sull'intero perimetro di ciascun profilo.

J<sub>x</sub> = 21072.2 cm<sup>4</sup> momento di inerzia della sezione resistente delle saldature

A = 166.9 cm<sup>2</sup> area della sezione resistente delle saldature

W<sub>x</sub> = 1537.3 cm<sup>3</sup> modulo di resistenza elastico

S<sub>y</sub> = 732.76 cm<sup>3</sup> momento statico rispetto all'asse x della parte di sezione staccata dall'asse r

cordoni d'anima

Si considera la sezione di gola in posizione ribaltata

n<sub>1</sub> = 7.899 KN/cm<sup>2</sup> tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

t<sub>1</sub> = 0.000 KN/cm<sup>2</sup> tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

τ<sub>1</sub> = 2.461 KN/cm<sup>2</sup> tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

Per la verifica deve risultare:  $(n_1^2 + t_1^2 + \tau_1^2)^{0.5} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$  e  $|n_1| + |t_1| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$

$$(n_1^2 + t_1^2 + \tau_1^2)^{0.5} = 8.27 \text{ KN/cm}^2$$

|                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| $(n_1^2 + t_1^2 + \tau_1^2)^{0.5} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$ | verificato |
|--------------------------------------------------------------|------------|

$$\beta_1 \cdot f_{yk} = 19.98 \text{ KN/cm}^2$$

$$|n_1| + |t_1| = 7.90 \text{ KN/cm}^2$$

|                                           |            |
|-------------------------------------------|------------|
| $ n_1  +  t_1  \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$ | verificato |
|-------------------------------------------|------------|

$$\beta_2 \cdot f_{yk} = 23.5 \text{ KN/cm}^2$$

cordoni d'ala

Si considera la sezione di gola in posizione ribaltata

$$\begin{aligned} n_{\perp} &= 8.799 \text{ KN/cm}^2 \text{ tensione normale perpendicolare all'asse del cordone} \\ t_{\perp} &= 0.000 \text{ KN/cm}^2 \text{ tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone} \\ \tau_{\parallel} &= 0.000 \text{ KN/cm}^2 \text{ tensione tangenziale parallela all'asse del cordone} \end{aligned}$$

Per la verifica deve risultare:  $(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$  e  $|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$

$$(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5} = 8.80 \text{ KN/cm}^2$$

$$\beta_1 \cdot f_{yk} = 19.98 \text{ KN/cm}^2$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| = 8.80 \text{ KN/cm}^2$$

$$\beta_2 \cdot f_{yk} = 23.5 \text{ KN/cm}^2$$

|                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| $(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$ | verificato |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| $ n_{\perp}  +  t_{\perp}  \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$ | verificato |
|-------------------------------------------------------|------------|

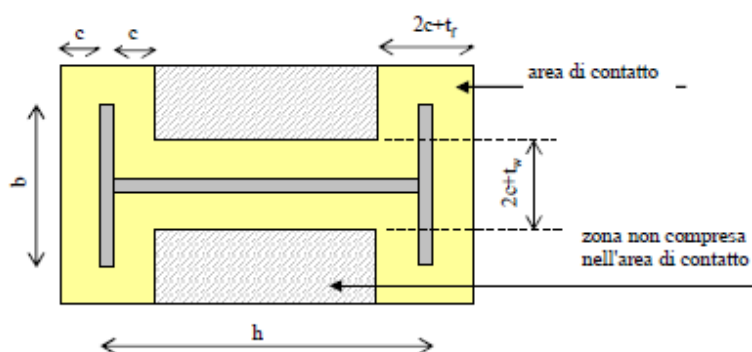
VERIFICA COLLEGAMENTO MONTANTE-FONDAZIONE (giunto di base)

$$b = 260 \text{ mm}$$

$$h = 250 \text{ mm}$$

$$t_f = 12.5 \text{ mm}$$

$$t_w = 7.5 \text{ mm}$$



Piastra di base

spessore della piastra di base  $t = 25 \text{ mm}$

Tipo di acciaio  $S235$

|                 |        |                   |                                        |
|-----------------|--------|-------------------|----------------------------------------|
| $f_{yk} =$      | 235.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di snervamento |
| $f_{tk} =$      | 360.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di rottura     |
| $\gamma_{M0} =$ | 1.05   |                   | coefficiente parziale di sicurezza     |

|           |        |     |               |    |                                            |      |
|-----------|--------|-----|---------------|----|--------------------------------------------|------|
| Tirafondi | numero | 8   | diametro (mm) | 24 | area resistente bullone (mm <sup>2</sup> ) | 353  |
|           | classe | 6.8 |               |    | diametro del foro piastra (mm)             | 25.5 |

|                                                 |               |        |                   |                                                                                     |
|-------------------------------------------------|---------------|--------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| caratteristiche dei bulloni                     | $f_{yb}$      | 480.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di snervamento                                              |
|                                                 | $f_{tb}$      | 600.00 | N/mm <sup>2</sup> | tensione caratteristica di rottura                                                  |
|                                                 | $\gamma_{M2}$ | 1.25   |                   | coefficiente parziale di sicurezza                                                  |
|                                                 | $F_{v,Rd}$    | 84.72  | KN                | resistenza di calcolo a taglio del singolo bullone                                  |
|                                                 | $F_{t,Rd}$    | 152.50 | KN                | resistenza di calcolo a trazione del singolo bullone (per snervamento dell'acciaio) |
|                                                 |               |        |                   |                                                                                     |
| caratteristiche ancoraggio (ancoraggio chimico) | $\tau_y$      | 9.00   | N/mm <sup>2</sup> | adesione resina-cla                                                                 |
|                                                 | $L_b$         | 200.00 | mm                | lunghezza di ancoraggio                                                             |
|                                                 | $\gamma_m$    | 1.25   |                   | coefficiente parziale di sicurezza                                                  |
|                                                 | $d_0$         | 26.00  | mm                | diametro del foro nel cla                                                           |
|                                                 | $F_{t,Rd}$    | 117.56 | KN                | resistenza di calcolo a trazione del singolo bullone (per resistenza del supporto)  |

La resistenza a trazione del singolo bullone è rappresentata dal valore minimo tra la resistenza per snervamento dell'acciaio e la resistenza per adesione al supporto

|          |        |    |                                          |
|----------|--------|----|------------------------------------------|
| $N_{ud}$ | 117.56 | KN | resistenza ultima a trazione del bullone |
|----------|--------|----|------------------------------------------|

Cordolo in C.A.

|               |        |           |       |                   |                                                                    |
|---------------|--------|-----------|-------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Calcestruzzo  | C25/30 | $R_{ck}$  | 30.00 | N/mm <sup>2</sup> | resistenza caratteristica a compressione su cubi                   |
|               |        | $f_{ck}$  | 24.90 | N/mm <sup>2</sup> | resistenza cilindrica da usare nei calcoli                         |
|               |        | $f_{ctm}$ | 2.56  | N/mm <sup>2</sup> | resistenza media a trazione semplice                               |
|               |        | $f_{ctk}$ | 1.79  | N/mm <sup>2</sup> | resistenza caratteristica a trazione semplice                      |
|               |        | $f_{ctm}$ | 3.07  | N/mm <sup>2</sup> | resistenza media a trazione per flessione                          |
|               |        | $f_{cd}$  | 14.11 | N/mm <sup>2</sup> | resistenza di calcolo ( $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ ) |
| $\alpha_{cc}$ | 0.85   |           |       |                   |                                                                    |
| $\gamma_c$    | 1.5    |           |       |                   |                                                                    |

Calcolo della resistenza di progetto del giunto

|                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_j = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{cd}$ | $f_j$     | resistenza di progetto del giunto                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                        | $\beta_j$ | coefficiente di giunto. Può essere assunto uguale a 2/3 se la resistenza caratteristica della malta è non minore del 20% della resistenza caratteristica del calcestruzzo del cordolo e lo spessore della malta è non maggiore di 0,2 volte la larghezza minima di base della piastra di acciaio |
|                                        | $k_j$     | coefficiente di concentrazione, normalmente uguale a 1                                                                                                                                                                                                                                           |

|           |       |
|-----------|-------|
| $\beta_j$ | 0.667 |
|-----------|-------|

|       |       |
|-------|-------|
| $k_j$ | 1.000 |
|-------|-------|

|       |       |                   |
|-------|-------|-------------------|
| $f_j$ | 9.407 | N/mm <sup>2</sup> |
|-------|-------|-------------------|

### Calcolo dell'area effettiva di contatto della piastra di base

Larghezza aggiuntiva "c"  $c = t \cdot (f_{yk} / (3 \cdot f_t \cdot \gamma_{M0}))^{0.5}$

$c = 70.40 \text{ mm}$

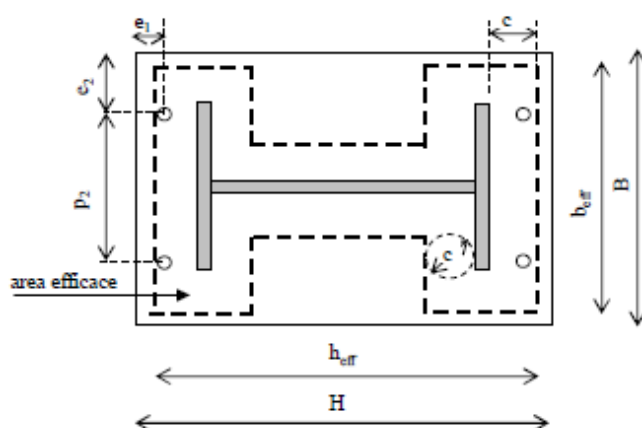
Larghezza efficace "b<sub>eff</sub>"

$b_{eff} = 400.81 \text{ mm}$

Area efficace di contatto "A<sub>eff</sub>"

|                    |          |                 |
|--------------------|----------|-----------------|
| A <sub>eff</sub> = | 135381.7 | mm <sup>2</sup> |
|--------------------|----------|-----------------|

### Verifica della capacità portante del giunto



#### Dimensioni della piastra

|                    |       |    |                               |
|--------------------|-------|----|-------------------------------|
| B =                | 440   | mm | larghezza della piastra       |
| H =                | 500   | mm | altezza della piastra         |
| b <sub>eff</sub> = | 400.8 | mm | largh. efficace della piastra |
| h <sub>eff</sub> = | 390.8 | mm | alt. efficace della piastra   |
| t =                | 25    | mm | spessore della piastra        |

#### Posizionamento tirafondi

$e_1 = 35 \text{ mm}$  valore ammesso

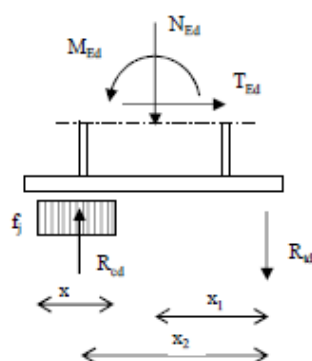
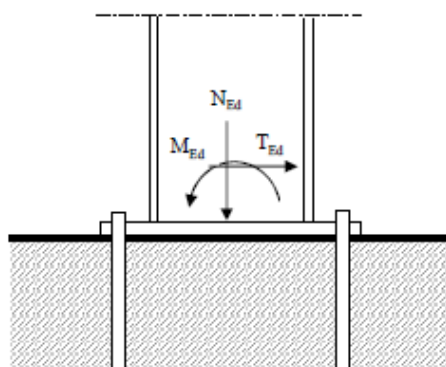
$e_2 = 115 \text{ mm}$  valore ammesso

$p_2 = 70 \text{ mm}$  valore ammesso

#### Valori limite per posizionamento tirafondi

|         | min  | max |
|---------|------|-----|
| $e_1 =$ | 30.6 | 140 |
| $e_2 =$ | 30.6 | 140 |
| $p_2 =$ | 61.2 | 200 |

Attenzione, i tirafondi si trovano fuori dell'area di contatto efficace



Per la verifica deve risultare:  $M_{Rd} \geq M_{Ed}$

| sezione | $N_{Ed}$<br>KN | $M_{Ed}$<br>KNm | $T_{Ed}$<br>KN | $R_{td}$<br>KN | $R_{cd}$<br>KN | $x$<br>mm | $x_1$<br>mm | $x_2$<br>mm | $M_{Rd}$<br>KNm |
|---------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-------------|-------------|-----------------|
| A       | 227.54         | -110.03         | 98.62          | 470.25         | 242.71         | 64.37     | 215.0       | 378.2       | 140.72          |
| B       | -262.89        | 111.05          | 100.07         | 470.25         | 733.13         | 194.45    | 215.0       | 313.2       | 173.08          |

verificato

verificato

$N_{Ed}, M_{Ed}, T_{Ed}$  = sollecitazioni di calcolo (sforzo normale "N" positivo se di trazione)

$R_{td}$  = risultante delle trazioni (resistenza ultima a trazione dei tirafondi)

$R_{td} = N_{td} \cdot n$  (resistenza di un bullone x numero di bulloni in zona tesa)

$R_{cd}$  = risultante delle compressioni (resistenza ultima a compressione sul cordolo in C.A.)

$R_{cd} = R_{td} - N_{Ed}$  (per l'equilibrio alla traslazione verticale)

$x$  = altezza sulla quale sono distribuiti gli sforzi di compressione nel C.A.

$x = R_{cd} / (f_t \cdot b_{eff})$

$x_1$  = braccio della risultante delle trazioni rispetto al baricentro della piastra

$x_1 = (H - 2 \cdot e_1) / 2$

$x_2$  = braccio della coppia interna

$x_2 = (H - e_1) - (H - h_{eff}) / 2 - x / 2$

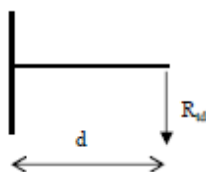
$M_{Rd}$  = momento resistente del giunto

$M_{Rd} = N_{Ed} \cdot x_1 + R_{cd} \cdot x_2$  (per l'equilibrio alla rotazione attorno baricentro tirafondi)

#### Verifica a flessione della piastra

Avendo rispettato la larghezza efficace "c", la piastra risulta automaticamente verificata nei confronti della flessione generata dalle tensioni di compressione nel C.A.

La verifica verrà pertanto condotta considerando solamente la flessione generata dalle trazioni nei tirafondi.



|       |    |    |
|-------|----|----|
| $d =$ | 90 | mm |
|-------|----|----|

|            |          |                 |
|------------|----------|-----------------|
| $W_{pl} =$ | 68750.00 | mm <sup>3</sup> |
|------------|----------|-----------------|

modulo di resistenza plastico

Sollecitazioni

|            |          |    |
|------------|----------|----|
| $V_{Ed} =$ | 470.2464 | KN |
|------------|----------|----|

sollecitazione tagliante

|            |           |      |
|------------|-----------|------|
| $M_{Ed} =$ | 42322.176 | KNmm |
|------------|-----------|------|

sollecitazione flettente

Resistenze di calcolo

|              |          |      |
|--------------|----------|------|
| $M_{c,Rd} =$ | 15386.90 | KNmm |
|--------------|----------|------|

Resistenza di calcolo a flessione

$$(M_{c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0})$$

|              |         |    |
|--------------|---------|----|
| $V_{c,Rd} =$ | 1421.38 | KN |
|--------------|---------|----|

Resistenza di calcolo a taglio

$$(V_{c,Rd} = A_v \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}))$$

Verifiche di resistenza (SLU): stato limite di collasso per formazione di cerniera plastica

$$V_{Ed} / V_{c,Rd} = 0.3308 \quad \leq 0.5 : \text{ si può trascurare l'influenza del taglio}$$

$$\rho = 0.000 \quad \text{Percentuale di riduzione della tensione di snervamento per interazione taglio-momento}$$

|                |           |      |
|----------------|-----------|------|
| $M_{y,V,Rd} =$ | 44322.176 | KNmm |
|----------------|-----------|------|

Resistenza a flessione ridotta per effetto del taglio

|            |           |      |
|------------|-----------|------|
| $M_{Ed} =$ | 42322.176 | KNmm |
|------------|-----------|------|

Sollecitazione flettente

|              |        |          |
|--------------|--------|----------|
| $M_{y,V,Rd}$ | $\geq$ | $M_{Ed}$ |
|--------------|--------|----------|

verificato

Verifica a rifollamento della piastra

$$\text{Resistenza di calcolo a rifollamento: } F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_k \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

$$d = 24 \text{ mm} \quad \text{diametro del bullone}$$

$$t = 25 \text{ mm} \quad \text{spessore della piastra}$$

$$f_k = 360.00 \text{ N/mm}^2 \quad \text{resistenza a rottura della piastra}$$

$$\alpha = 0.458 \quad \text{coefficiente per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato}$$

$$\alpha = \min[e_1 / (3d_0) ; f_{ly} / f_t ; 1]$$

$$k = 2.5 \quad \text{coefficiente per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato}$$

$$k = \min(2.8e_2 / d_0 - 1.7 ; 1)$$

|              |        |    |
|--------------|--------|----|
| $F_{b,Rd} =$ | 197.65 | KN |
|--------------|--------|----|

resistenza di calcolo a rifollamento

|              |        |    |
|--------------|--------|----|
| $F_{v,Ed} =$ | 12.509 | KN |
|--------------|--------|----|

sollecitazione tagliante sul singolo bullone

$$F_{b,Rd} \geq F_{v,Ed} \quad \text{Verificato}$$

Verifica di resistenza dei tirafondi

Verifica per presenza combinata di taglio e trazione

|                                                         |       |                       |
|---------------------------------------------------------|-------|-----------------------|
| $F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1.4 \cdot F_{t,Rd} =$ | 0.696 | $\leq 1$ - verificato |
|---------------------------------------------------------|-------|-----------------------|

La condizione  $F_{t,Ed} / F_{t,Rd} \leq 1$  è automaticamente soddisfatta